COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-SEIZIÈME.

JANVIER — JUIN 1873.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1873

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1873.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

CHASLES (Michel) (C. ❀).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ❀).
HERMITE (Charles) (O. ❀).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ❀).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ❀).
PUISEUX (Victor-Alexandre) ❀.

SECTION II. — *Mécanique.*

DUPIN (Le Baron Pierre-Charles-François) (G. O. ❀).
MORIN (Arthur-Jules) (G. O. ❀).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ❀).
PHILLIPS (Édouard) ❀.
ROLLAND (Eugène) (C. ❀).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ❀).

SECTION III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ❀).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ❀).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ❀).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ❀).
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ❀).
PARIS (Le Contre-Amiral François-Edmond) (G. O. ❀).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ❀).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ❀).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ❀.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ❀.

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (C. ✻).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) ✻.
Becquerel (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✻).
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. O. ✻).
Regnault (Henri-Victor) (C. ✻).
Balard (Antoine-Jérôme) (C. ✻).
Fremy (Edmond) (O. ✻).
Wurtz (Charles-Adolphe) (C. ✻).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (O. ✻).
Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph) (O. ✻).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (C. ✻).
Pasteur (Louis) (C. ✻).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✻.

Section VIII. — *Botanique.*

Brongniart (Adolphe-Théodore) (C. ✻).
Tulasne (Louis-René) ✻.
Gay (Claude) ✻.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
Naudin (Charles-Victor) ✻.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Boussingault (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (c. ❋).
Decaisne (Joseph) (o. ❋).
Peligot (Eugène-Melchior) (o. ❋).
Thenard (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ❋.
Bouley (Henri-Marie) (o. ❋).
Mangon (Charles-François Hervé-) (o. ❋).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Edwards (Henri-Milne) (c. ❋).
Coste (Jean-Jacques-Marie-Cyprien-Victor) (o. ❋).
Quatrefages de Bréau (Jean-Louis-Armand de) (o. ❋).
Blanchard (Charles-Émile) ❋.
Robin (Charles-Philippe) ❋.
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) ❋.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Andral (Gabriel) (c. ❋).
Bernard (Claude) (c. ❋).
Cloquet (Le Baron Jules-Germain) (c. ❋).
Nélaton (Auguste) (g. o. ❋).
Bouillaud (Jean) (c. ❋).
Sédillot (Charles-Emmanuel) (c. ❋).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Élie de Beaumont (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (g. o. ❋), pour les Sciences Mathématiques.
Dumas (Jean-Baptiste) (g. c. ❋), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✵).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✵).
VERNEUIL (Philippe-Édouard POULLETIER DE) ✵.
PASSY (Antoine-François) (C. ✵).
ROULIN (François-Désiré) (O. ✵).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✵).
N. . . . .
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres, *Angleterre.*
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse.*
LIEBIG (Le Baron Justus DE) (C. ✵), à Munich, *Bavière.*
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue, *Prusse.*
DE LA RIVE (Auguste) ✵, à Genève, *Suisse.*
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse.*
AIRY (Georges-Biddell) ✵, à Greenwich, *Angleterre.*
AGASSIZ (Louis) (O. ✵), à Cambridge, *États-Unis.*

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE (Victor-Amédée) ✵, à Bordeaux, *Gironde.*
TCHÉBYCHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse.*
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre.*
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse.*
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse.*

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

BURDIN (Claude) (O. ✱), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme.*
SEGUIN aîné (Marc) (O. ✱), à Montbard, *Côte-d'Or.*
MOSELEY (Henry), à Londres, *Angleterre.*
FAIRBAIRN (William) ✱, à Manchester, *Angleterre.*
CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière.*
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✱, à Versailles, *Seine-et-Oise.*

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HANSEN (Peter-Andrea), à Gotha, *Saxe Ducale.*
SANTINI (Giovanni), à Padoue, *Italie.*
ARGELANDER (Friedrich-Wilhelm-August), à Bonn, *Prusse.*
HIND (John-Russell), à Londres, *Angleterre.*
PETERS (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse.*
ADAMS (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre.*
SECCHI (Le Père Angelo) (O. ✱), à Rome, *Italie.*
CAYLEY (Arthur), à Londres, *Angleterre.*
MAC-LEAR (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap.*
STRUVE (Otto-Wilhelm), à Pulkowa, *Russie.*
PLANTAMOUR (Émile), à Genève, *Suisse.*
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

LÜTKE (L'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✱), à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
RICHARDS (Le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre.*
LIVINGSTONE (David).
CHAZALLON (Antoine-Marie-Remi), à Desaignes, *Ardèche.*
DAVID (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) ✱, à Grigny, *Seine-et-Oise.*
N. . . . .

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

Hansteen (Christoph), à Christiania, *Norvége.*
Wheatstone (Charles) ✵, à Londres, *Angleterre.*
Plateau (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique.*
Weber (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse.*
Hirn (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin.*
Helmholtz (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin, *Prusse.*
Mayer (Jules-Robert de), à Heilbronn, *Bavière.*
Kirchhoff (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Joule (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre.*

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

Bunsen (Robert-Wilhelm-Eberhard) (o. ✵), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
Malaguti (Faustinus-Jovita-Marianus) (o. ✵), à Rennes, *Ille-et-Vilaine.*
Hofmann (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre.*
Favre (Pierre-Antoine) ✵, à Marseille, *Bouches-du-Rhône.*
Marignac (Jean-Charles Galissard de), à Genève, *Suisse.*
Frankland (Edward), à Londres, *Angleterre.*
Dessaignes (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher.*
N. . . . .
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

Rose (Gustav), à Berlin, *Prusse.*
Omalius d'Halloy (Jean-Baptiste-Julien d'), à Halloy, près de Ciney, *Belgique.*
Sedgwick (Adam), à Cambridge, *Angleterre.*
Lyell (Sir Charles), à Londres, *Angleterre.*
Damour (Augustin-Alexis) (o. ✵), à Villemoisson, *Seine-et-Oise.*
Naumann (Carl-Friedrich), à Leipzig, *Saxe.*
Miller (William Hallowes), à Cambridge, *Angleterre.*
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord*.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève, *Suisse*.
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg.
THURET (Gustave-Adolphe), à Antibes, *Var*.
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse*.
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre*.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse*.
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier, *Hérault*.
WEDDELL (Hugues-Algernon), à Poitiers, *Vienne*.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Clermont-Ferrand, *Puy-de-Dôme*,
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille, *Nord*.
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados*.
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✻.) à Cirey-les-Forges, *Meurthe*.
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure*.
MARTINS (Charles-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
VIBRAYE (Le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher*.
VERGNETTE-LAMOTTE (Le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or*.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie*.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique*.
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière*.
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
LOVÉN, à Stockholm, *Suède*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rodolphe DE), à Berlin, *Prusse*.
BOUISSON (Étienne-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault*.
EHRMANN (Charles-Henri) (O. ✻), à Strasbourg, *Bas-Rhin*.
GINTRAC (Élie) (O. ✻), à Bordeaux, *Gironde*.
ROKITANSKI, à Vienne, *Autriche*.
LEBERT (Hermann) (O. ✻), à Breslau, *Silésie*.
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

CHASLES,
DECAISNE,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

BECQUEREL.

Changements survenus dans le cours de l'année 1872.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1873, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Bertrand obtient.	37	suffrages.
M. Serret.	10	»
M. Daubrée.	1	»
M. Villarceau.	1	»

M. Bertrand, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Chasles obtient.	45	suffrages.
M. Decaisne.	42	»
M. Morin.	5	»
M. Chevreul.	3	»
MM. Mathieu, Brongniart, chacun	1	»

MM. Chasles et Decaisne, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

» M. **Faye** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1873.

Volumes publiés.

« *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXXII (1er semestre 1871), et le tome LXXIII (2e semestre 1871) ont paru avec leur Table.

» Les numéros ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

» *Mémoires des Savants étrangers.* — Le tome XX de ce Recueil a été distribué au mois d'août.

Volumes en cours de publication.

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVIII a cinquante feuilles tirées.

» Le Mémoire de M. Phillips, sur l'équilibre des corps élastiques semblables, occupe les feuilles 1 à 3.

» Les feuilles 4 à 11 contiennent le travail de M. le général Morin sur l'insalubrité des poêles en fonte.

» Un second Mémoire de M. Phillips sur le « Mouvement des corps solides élastiques semblables » est renfermé dans les feuilles 12 et 13.

» Les feuilles 14 à 19 contiennent trois Mémoires de M. Becquerel : Sur la cause des effets électriques produits au contact des métaux inoxydables; des Observations de température faites sous le sol au Jardin des Plantes; Sur la formation de l'oxychlorure cristallisé de cuivre et de l'oxyde de cuivre anhydre.

» Le Mémoire de M. Serret sur le principe de la moindre action est contenu dans les feuilles 20 à 23.

» Différents Mémoires de M. Becquerel occupent les feuilles 24 à 50. Ce sont les Mémoires suivants : Sur la décoloration des fleurs et des divers tissus végétaux; Sur l'origine céleste de l'électricité atmosphérique; Sur les effets chimiques résultant de l'action calorifique des décharges électriques;

Sur la température des sols couverts de bas végétaux ou dénudés; Des moyens d'augmenter les effets des actions électrocapillaires; Sur l'influence de la pression dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose.

» M. Becquerel a en mains les épreuves des feuilles 51 à 63, qui renferment la suite de ses travaux.

» Le tome XXXIX, réservé par l'Académie au Mémoire de M. Chevreul, est divisé en deux Parties.

» La première a douze feuilles tirées; elles renferment des recherches chimiques sur la teinture.

» La deuxième a également douze feuilles tirées; elles sont consacrées au Mémoire intitulé : D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle.

» La feuille 13 est en épreuve.

» L'imprimerie a épuisé sa copie.

» L'impression du tome XL inaugure un nouveau système de publication qui a été appliqué également au *Recueil des Savants étrangers*, et qui consiste à donner à chaque Mémoire une pagination séparée et un numéro d'ordre.

» Le Mémoire de M. Dupuy de Lôme, sur l'aérostat à hélice, porte le n° 1er et forme neuf feuilles, accompagnées de neuf planches avec texte explicatif.

Le Mémoire de M. Ed. Becquerel, sur l'analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents, porte le n° 2; il a cinq feuilles.

» *Mémoires des Savants étrangers*. — Le tome XXI a quarante-neuf feuilles tirées.

» Les feuilles 1 à 33 renferment le Mémoire de M. Van Tieghem sur la structure du pistil et du fruit. Les seize planches qui accompagnent ce Mémoire sont tirées.

» Les feuilles suivantes sont consacrées au Mémoire de M. Puiseux sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune.

» Viendront après : 1° Le Mémoire de M. Graeff sur la théorie du mouvement des eaux. Les feuilles 50 à 63, qui en renferment une partie, sont en deuxième épreuve; les placards 37 à 69 vont être mis en pages et formeront la fin. Cinq planches sont en correction.

» 2° Le Mémoire du même auteur, relatif à l'influence que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire. Les placards 1 à 41, qui le contiennent, sont prêts à mettre en pages. Trois planches sont en correction.

» 3° Le Mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux est à composer et terminera le volume. Les planches sont à la gravure.

» Le tome XXII est imprimé dans la même forme que le tome XL des *Mémoires de l'Académie*.

» Le Mémoire n° 1 est celui de M. Gruner sur le dédoublement de l'oxyde de carbone. Il est composé de neuf feuilles.

» Le Mémoire n° 2 est de M. Massieu. Il est intitulé : Sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs, et forme douze feuilles.

» Le Mémoire de MM. Félix Lucas et A. Cazin, sur la durée de l'étincelle électrique, est imprimé sous le n° 3, et forme sept feuilles qui sont accompagnées d'une planche.

» Le Mémoire n° 4 sera celui de M. Félix Lucas, intitulé : Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes. Il est en manuscrit à l'imprimerie.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1872.

Membre démissionnaire.

» *Académicien libre :* M. le Comte **Jaubert**, le 11 novembre.

Membres décédés.

» *Section de Mécanique :* M. **Combes**, le 11 janvier.

» *Section d'Astronomie :* M. **E. Laugier**, le 5 avril; M. **Delaunay**, le 5 août.

» *Section de Physique :* M. **Duhamel**, le 29 avril; M. **Babinet**, le 21 octobre.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **S. Laugier**, le 15 février.

» *Académicien libre :* M. le maréchal **Vaillant**, le 4 juin.

Membres élus.

» *Section de Mécanique :* M. **Rolland**, le 18 mars, en remplacement de M. le général **Piobert**, décédé; M. **Tresca**, le 20 mai, en remplacement de M. **Combes**, décédé.

» *Section d'Économie rurale :* M. **Hervé-Mangon**, le 2 janvier, en remplacement de M. **Payen**, décédé.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Sédillot**, le 24 juin, en remplacement de M. S. **Laugier**, décédé.

» *Associés étrangers :* M. **Airy**, le 26 février, en remplacement de M. **Herschel**, décédé; M. **Agassiz**, le 26 février, en remplacement de M. **Murchison**, décédé.

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1872.

Correspondants décédés.

» *Section de Botanique :* M. H. **Mohl**, à Tubingue, le 1er avril.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Pictet**, à Genève, le 15 mars; M. **Pouchet**, à Rouen, le 6 décembre.

Correspondants élus.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. l'abbé **David**, missionnaire en Chine, le 1er avril, en remplacement de M. **d'Abbadie**, élu Membre de l'Académie; M. **Ledieu**, à Grigny (Seine-et-Oise), le 1er avril, en remplacement de M. le prince **Demidoff**, décédé.

» *Section de Botanique :* M. **Planchon**, à Montpellier, le 5 août, en remplacement de M. **Lecocq**, décédé; M. **Weddell**, à Poitiers, le 5 août, en remplacement de M. H. **Mohl**, décédé.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Lovén**, à Stockholm, le 22 juillet, en remplacement de M. **Purkinje**, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section d'Astronomie :* M. **Encke**, à Berlin, décédé le 26 août 1865; M. l'amiral **Smyth**, à Londres, décédé le 9 septembre 1865; M. **Petit**, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. **Valz**, à Marseille, décédé le 22 février 1867; M. **Airy**, à Greenwich, élu Associé étranger, le 26 février 1872.

» *Section de Géographie et Navigation :* M. **de Wrangel**, à Saint-Pétersbourg, décédé le... 1870.

» *Section de Chimie :* M. **Bérard**, à Montpellier, décédé le 10 juin 1869; M. T. **Graham**, à Londres, décédé le 16 septembre 1869.

» *Section de Minéralogie :* M. **Haidinger**, à Vienne, décédé le 19 mars 1871.

» *Section d'Anatomie et Zoologie :* M. **Quoy**, à Brest, décédé le 4 juillet

1869; M. **Agassiz**, à Cambridge, élu Associé étranger, le 26 février 1872; M. **Pictet**, à Genève, décédé le 15 mars 1872; M. **Pouchet**, à Rouen, décédé le 6 décembre 1872.

» *Section de Médecine et Chirurgie :* M. **Guyon**, à Alger, décédé le 23 août 1870; M. **Sédillot**, à Strasbourg, élu Membre de l'Académie le 24 juin 1872.

M. **Faye**, après avoir communiqué ces documents à l'Académie, ajoute :

« Je ne saurais me dispenser, Messieurs, de joindre à ce compte rendu réglementaire quelques détails sur le rôle d'une de vos Commissions que j'ai eu l'honneur de présider cette année, la Commission du passage de Vénus. Entravée dans ses travaux par les deux siéges successifs de Paris, puis décimée par la mort de deux bien regrettés confrères, MM. Laugier et Delaunay, la Commission ne voyait pas sans crainte approcher le terme final de la grande opération que vous lui aviez confiée. Heureusement j'ai eu la bonne inspiration (permettez-moi de m'en féliciter devant vous) de vous prier de compléter la Commission par l'adjonction de nos deux Secrétaires perpétuels. A partir de ce moment, grâce à l'énergie et à l'expérience de nos deux illustres Confrères, la Commission s'est ranimée; ses travaux ont pris un nouvel essor; ses réunions, autrefois trop rares, ont eu lieu régulièrement chaque semaine, et souvent même deux fois par semaine; les procès-verbaux ont été rédigés régulièrement par son nouveau secrétaire, M. l'amiral Pâris, avec des développements qui leur donnent une véritable valeur scientifique, et qui mériteraient que l'Académie en ordonnât l'impression. Non contente de s'entourer des lumières de nos confrères les plus habitués à ce genre de travaux, votre Commission a appelé dans son sein tous les savants qui vous avaient offert leur coopération, pour prendre leur avis et discuter avec eux les points les plus délicats. C'est ainsi que MM. Wolf et André, qui vous avaient présenté un intéressant Mémoire sur les conditions optiques de l'observation de ce phénomène; M. Rayet, qui s'est fait connaître par une expédition astronomique en Cochinchine; M. Janssen, dont l'Académie apprécie les découvertes spectroscopiques; M. Eichens, l'habile constructeur d'instruments d'astronomie, M. Martin, le savant continuateur de Foucault; M. Bourbouze, préparateur de la Faculté des Sciences; M. Feil, dont la maison a acquis une célébrité européenne pour la fabrication des matières premières de l'optique, et un habile opticien, M. Evrard, ont été fréquemment convoqués et consultés tantôt à la fois, tantôt à tour de rôle et séparément.

» A cette liste, il faut en ajouter une autre non moins importante, celle

de nos marins et de nos ingénieurs hydrographes, qui ont bien voulu nous offrir aussi leur coopération : ce sont M. le commandant Mouchez, dont l'Académie a suivi avec intérêt la carrière scientifique; M. l'ingénieur en chef Boucquet de la Grye, et M. l'ingénieur Héraud, du Dépôt de la Marine, actuellement dirigé par notre confrère M. l'amiral Jurien de la Gravière; c'est à eux que nous devons les plus précieux renseignements sur les îles de la mer du Sud et sur toute la partie nautique de notre entreprise.

» Je ne saurais, Messieurs, vous signaler la coopération si pleinement acquise du Dépôt de la Marine et de son savant Directeur, sans indiquer au moins l'espoir que la Commission a conçu d'obtenir de M. le Ministre de la Marine un concours plus complet, qui donnerait à notre entreprise un développement bien digne de l'Académie et du rôle que la France a pris deux fois au siècle dernier, dans des circonstances identiques, à l'époque des deux passages de Vénus, en 1761 et en 1769. C'est avec cet espoir que nous avons tout calculé et combiné. Nos expéditions australes, confiées à nos savants officiers, pourvues des instruments que nous faisons construire, et de toutes les ressources que nous nous efforçons de réunir, trouveraient à l'île de la Réunion d'une part, au port de Sydney de l'autre, le matériel que votre Commission aura eu soin d'y expédier d'avance, et seraient de là transportées par des avisos de la marine jusqu'à destination, amplement munies de provisions de toute espèce et renforcées d'un personnel choisi d'habiles ouvriers de la flotte, tandis que nos astronomes, conduits par nos paquebots en Chine et au Japon, recevraient également de la marine de l'État l'aide et la protection nécessaires pour assurer leur établissement près de Pékin et de Yokohama.

» Déjà les instruments nécessaires ont été commandés et sont en cours d'exécution; une bonne partie sera terminée cette année; le reste sera prêt au commencement de l'année prochaine. Nous prenons dès à présent des mesures pour assurer aux observateurs les moyens de se familiariser longtemps d'avance avec les phénomènes qu'il s'agit d'étudier. Les jours nous sont comptés, il est vrai, mais nous espérons être prêts au moment que nous avons fixé nous-même pour le départ de nos quatre expéditions; et si M. le Ministre de la Marine nous accorde le concours qui lui a été demandé, nous aurons réuni toutes les garanties humaines de succès. Déjà même nous entrevoyons la possibilité de donner plus d'extension à notre entreprise, et d'utiliser, à titre de stations secondaires, quelques points du globe où flotte le pavillon français et d'où le grand phénomène astronomique de 1874 pourra être encore utilement observé.

» Quoi qu'il en soit de ces espérances, quatre stations principales sont dès aujourd'hui assurées sur les deux hémisphères, et votre Commission y concentre la meilleure part de ses ressources en hommes et en argent. Le caractère spécial qu'elle a voulu donner à l'œuvre française consiste dans l'emploi de grands moyens optiques; elle espère lui assurer ainsi, grâce aux ressources que l'Assemblée nationale a mises à votre disposition, le degré de précision que la Science est en droit de réclamer aujourd'hui.

» Cette année encore, et l'année prochaine jusqu'au moment du départ, votre Commission du passage de Vénus ne cessera de fonctionner; elle ne croira avoir rempli la tâche que vous lui avez confiée qu'au moment où tous les observateurs, amplement préparés, munis de toutes les ressources désirables, bien assurés de trouver jusqu'aux stations choisies aide et protection, auront quitté nos ports pour aller soutenir sur les deux hémisphères le vieil honneur de la science française, au milieu du concours de toutes les nations civilisées qui se sont donné rendez-vous au 8 décembre de l'an prochain.

» Il ne me reste plus qu'à exprimer à l'Académie ma profonde gratitude. En vertu d'un règlement libéral, l'Académie prend chaque année dans ses rangs un nouveau Président, et confère ainsi à plusieurs de ses membres le plus grand honneur qu'ils puissent recevoir, celui de diriger vos savantes délibérations et de s'associer d'une manière plus intime à vos travaux. Il faut peut-être avoir passé par la présidence pour apprécier pleinement cette institution, qui a tant ajouté depuis deux siècles à la gloire et à l'influence morale de notre pays. Telle est du moins l'impression personnelle que je remporte de ces deux années commencées sous de si tristes auspices. Il m'a été donné de suivre l'Académie dans les péripéties les plus émouvantes que l'histoire ait jamais enregistrées, de la voir toujours supérieure à nos désastres, et de puiser moi-même dans sa noble attitude la confiance et l'espoir qui m'ont soutenu. Daignez, Messieurs, agréer cette faible expression de ma respectueuse reconnaissance pour un honneur qui comble tous mes vœux; les circonstances l'ont prolongé une année au delà du terme ordinaire; mais votre bienveillance inépuisable a su en proportionner le poids à mes forces. »

M. de Quatrefages, en prenant place au fauteuil, s'exprime ainsi :

« Avant de passer à l'ordre du jour, je demande la permission de faire à l'Académie une proposition qu'elle accueillera à coup sûr. M. Faye vient de le rappeler à bon droit, sa présidence a été doublement exceptionnelle. Une maladie douloureuse tenait M. Coste éloigné du fauteuil où l'avaient

appelé vos suffrages. Le vice-président dut le remplacer; et il le fit dans ces temps néfastes où se succédèrent chez nous la guerre étrangère et la guerre civile. M. Faye nous a donc présidés pendant deux années entières. Vous savez tous le dévouement qu'il a montré dans l'accomplissement de sa longue tâche, la fermeté cordiale et courtoise qu'il apportait dans la direction de nos séances. J'ai la certitude d'être votre interprète, en proposant à l'Académie de voter des remercîments à M. Faye et d'insérer sa décision au procès-verbal. »

La proposition de M. de Quatrefages est adoptée à l'unanimité.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

STATISTIQUE. — *Note sur la comparaison des dénombrements de la population française pour* 1866 *et* 1873; par M. le baron **Charles Dupin**.

« Cette Note a pour objet de faire connaître un chiffre important dont ne donnent aucune idée les documents officiels.

» Recensement officiel de 1866. . . . . 38 067 064

» L'accroissement moyen annuel, tel que je l'ai calculé d'après le dernier *Annuaire du Bureau des Longitudes*, s'élève à 130 078.

» Le nouveau recensement, se trouvant à sept années du précédent, donnerait sept fois ce nombre, abstraction faite de toute cause perturbatrice; il offrira pour augmentation totale au 1er janvier 1873. 910 546

» Population telle qu'elle devrait exister aujourd'hui. . . 38 977 610

» Le Gouvernement vient de publier le nouveau recensement officiel qui comptera pour cinq ans à partir du 1er janvier 1873, ci. 36 102 921

» Donc la France a perdu, dans les sept années énumérées : hommes, femmes et enfants. 2 874 689

» M. le Ministre de l'Intérieur porte la population des départements, cantons et communes concédés, à. 1 595 238

» De là résulte que, en dehors de tout mouvement habituel de la population, la France a perdu par une double guerre, avec les ennemis du dehors et du dedans, tués ou morts de misère, de souffrances, d'épidémie, etc. 1 279 451

» Ce dernier chiffre appartient à l'histoire; il restera comme un monument de la résistance héroïque et de la vaillance héréditaire qui n'a pas abandonné nos contemporains au temps de leurs malheurs extrêmes, en témoignant qu'ils ont égalé l'énergie de leurs ancêtres au temps de leurs plus beaux succès.

» Quelle que soit l'énormité de la perte que nous avons signalée, si l'accroissement proportionnel se continuait sans atténuation pour les habitants restés Français, la réparation de notre perte serait accomplie en dix ans et sept mois; cela nous reporterait à l'année mil huit cent quatre-vingt-trois!

» Cette énorme et récente perturbation ne change rien *à la loi progressive des longévités*, telle qu'elle est établie dans le Mémoire que j'ai communiqué à l'Académie; j'en ai voulu revoir tous les calculs, à plusieurs reprises, avant de les donner aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences.* »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la nitrification de la terre végétale;* par M. **Boussingault.** (Extrait.)

« Dans un Mémoire communiqué à l'Académie, il y a quelques années, je me suis attaché à faire ressortir l'analogie que présente un sol arable fumé, amendé, ameubli par la charrue, avec une nitrière. Dans les deux cas, on rencontre des matières minérales associées à des détritus organiques.

» Les nitrières de l'Algérie, si bien étudiées par le colonel Chabrier, sont des décombres de villages abandonnés, des grottes où, pendant l'hiver, les troupeaux trouvent un abri. Ces matériaux salpêtrés offrent tous ce caractère de renfermer des parcelles d'humus, provenant, à n'en pas douter, de substances végétales, de substances animales altérées ou en voie d'altération.

» Sous l'équateur, l'importante nitrière de Tacunga, dont j'ai suivi les travaux pendant la guerre de l'indépendance, consiste en une terre dérivant de la désagrégation de roches trachytiques, très-riches en composés humiques, ayant par sa teneur, en principes azotés, en phosphates, en sels calcaires et alcalins, la constitution, comme la fertilité du terreau.

» En Espagne, dans de nombreuses localités, particulièrement dans les environs de Saragosse, on voit des sols, assez féconds pour ne pas exiger de fumier, produire, à la volonté du cultivateur, soit du salpêtre, soit d'abondantes moissons de froment.

« Dans la vallée du Gange, le salpêtre de *houssage*, effleuri à la surface du limon déposé périodiquement par le fleuve, est ramassé à côté de riches cultures de tabac, d'indigo, de maïs.

» Sans doute l'association d'éléments minéraux et organiques n'est pas la condition unique de la formation des nitrates; les inépuisables gisements du nitrate de soude au Pérou, comparables, par leur masse, aux gisements de sel marin, ont une tout autre origine. Enfin l'océan aérien doit être considéré comme une immense nitrière, en ce sens que, toutes les fois qu'un éclair apparaît dans son sein, il y a une formation de nitrate, de nitrite d'ammoniaque. Cette union directe de l'azote gazeux avec l'oxygène et l'un des éléments de l'eau est un phénomène considérable de la Physique du globe, sur lequel j'ai souvent insisté; néanmoins je demande à l'Académie la permission de reproduire ici les arguments par lesquels j'ai cherché à en faire saisir l'importance.

» En effet, en ne tenant pas compte de ce qui se passe en dehors des tropiques; en se bornant à considérer la zone terrestre équatoriale, on arrive à cette conclusion que, pendant l'année entière, tous les jours, à tous les instants, l'atmosphère est incessamment sillonnée par des déflagrations électriques, à ce point qu'un observateur placé sous l'équateur, s'il était doué d'un organe assez délicat, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre. C'est que, pour un lieu situé dans la région intertropicale, la saison des orages dépend de la position que le Soleil occupe dans l'écliptique; elle se manifeste deux fois par an, alors que l'astre est dans la proximité du zénith, c'est-à-dire lorsque la déclinaison du Soleil est égale à la latitude et de même dénomination.

» C'est donc à un phénomène électrique qu'il convient d'attribuer la présence des composés nitrés, de l'ammoniaque que l'on constate dans la pluie, dans la neige, dans la grêle, dans les brouillards, composés éminemment fertilisants amenés sur la terre par ces météores aqueux.

» Dans la nitrification de la terre végétale, dans les matériaux d'une nitrière artificielle, tout tend à faire présumer que l'acide nitrique est surtout développé aux dépens de l'azote des substances organiques. Les salpêtriers ont d'ailleurs reconnu, depuis longtemps, que le sang, l'urine, les détritus des animaux favorisent singulièrement la production du nitre. C'est sur cette donnée pratique que les anciens chimistes basèrent leur opinion sur l'utilité des matières animales introduites dans une nitrière : opinion adoptée par Lavoisier, et que, plus tard, Gay-Lussac défendit, lorsqu'elle fut attaquée en invoquant des observations inexactes ou

tout au moins incomplètes; lorsque l'on voulut nier l'efficacité des substances azotées comme agents nitrifiants, en attribuant à la porosité seule la puissance de créer de l'acide nitrique par la condensation des principes constituants de l'atmosphère.

» La terre, à tous les degrés de fertilité, depuis le terreau jusqu'à la terre de bruyère, exposée à l'air après avoir été humectée, se nitrifie, s'il y a présence d'un élément calcaire ou alcalin : c'est ce que des expériences précises ont établi. Sans doute, tout sol cultivable renferme de l'azote, radical de l'acide nitrique; mais de la présence de cet azote combiné, il n'en résulte pas nécessairement que l'azote gazeux de l'atmosphère ne puisse concourir, dans une certaine limite, à la production des nitrates; c'est pour rechercher si ce concours a lieu que j'ai entrepris les expériences que je vais décrire.

» Dans la terre végétale, le salpêtre apparaît d'abord en quantités assez notables; puis bientôt la nitrification se ralentit; comme s'il fallait que l'exposition à l'air fût prolongée pour que les composés humiques deviennent aptes à se nitrifier. On en jugera par une observation faite avec de la terre d'un potager, prise après une pluie persistante, afin qu'elle ne renfermât qu'une faible proportion de nitrates.

» Cette terre séchée à l'air pesait 10 kilogrammes. Après l'avoir humectée, on en façonna un prisme que l'on plaça à l'air. Tous les quinze jours on fit un dosage.

	Dans 10 kilogrammes de terre, nitrates exprimés en nitrate de potasse.
	gr
5 août, mise en expérience	0,096
17 août	0,628
2 septembre	1,800
17 septembre	2,160
2 octobre	2,060

» A partir du 2 octobre, la formation des nitrates est devenue très-lente; mais elle ne s'est pas arrêtée.

» Pour affirmer ou infirmer le concours de l'azote atmosphérique dans l'apparition des nitrates, il aurait fallu connaître rigoureusement ce que les 10 kilogrammes de terre renfermaient d'azote au commencement et à la fin de l'observation; or, pour qui est familier avec les procédés de l'analyse, cela n'était pas possible.

» Des dosages faits nécessairement sur peu de matière, sur 20 grammes par exemple, et en supposant qu'on en ait exécuté trois ou quatre, représentant 60 à 80 grammes, n'auraient pas donné une garantie suffisante

d'exactitude, puisque, en concluant de l'azote dosé, l'azote appartenant aux 10 kilogrammes de terre végétale mis en expérience, l'erreur d'analyse serait multipliée par 167, par 125. Il y a plus : en supposant que l'on parvînt à éliminer cette cause d'erreur et que l'on constatât une légère acquisition d'azote par la terre salpêtrée, on ne serait pas autorisé à admettre définitivement l'intervention de l'azote de l'air, parce que l'excédant pourrait provenir des composés nitrés, de l'ammoniaque, des poussières que l'atmosphère renferme à l'état de vapeur ou tient en suspension : composés qui contribuent certainement à l'amélioration du sol par la jachère.

» Pour résoudre la question que l'on avait en vue, celle de savoir s'il y a fixation d'azote, il fallait placer une quantité assez limitée de terre à nitrifier dans de l'air confiné, afin d'éloigner les deux causes perturbatrices que je viens de signaler.

» *Dispositif des expériences.* — La terre végétale, pesée sèche, mélangée avec trois fois son poids de sable quartzeux lavé et calciné, humectée avec de l'eau distillée exempte d'ammoniaque, était introduite dans un ballon de verre ayant à peu près une capacité de 100 litres. L'eau avait été ajoutée en quantité bien inférieure à celle qu'il aurait fallu pour porter le mélange au maximum d'imbibition, précaution indispensable, parce qu'un sol trop humide n'est pas nitrifiable; il y a plus : les nitrates préexistants disparaissent, ainsi que je l'ai reconnu dans des recherches sur le chaulage (1).

» Le sable avait été employé pour rendre la terre plus perméable à l'air.

» Dans un des appareils, de la cellulose fut incorporée au mélange pour savoir si, par la combustion lente d'une plus grande quantité de carbone que celle que la terre contenait, on favoriserait l'oxydation de l'azote.

» L'*azote*, avant et après la nitrification, a été dosé par la combustion opérée par l'oxyde de cuivre : la présence des nitrates ne permettait pas le dosage par la chaux sodée; la perte en azote eût été considérable.

» Le *carbone* des substances organiques, de l'humus, a été pesé à l'état d'acide carbonique obtenu en chauffant la terre au rouge dans un courant de gaz oxygène.

» L'*acide nitrique* a été déterminé par une teinture normale d'indigo (2).

---

(1) BOUSSINGAULT, *Agronomie*, t. III, p. 174-176, 2e édition.

(2) BOUSSINGAULT, *Agronomie*, t. II, p. 244, 2e édition.

» Les ballons renfermant les mélanges, clos avec des coiffes en caoutchouc fortifiées d'un liége, ont été déposés dans un cellier.

» La nitrification s'accomplit toujours avec une grande lenteur. On a pu remarquer, dans l'expérience que j'ai mentionnée, qu'en six semaines il y avait eu $0^{gr},2$ de nitrate formés par kilogramme de terre végétale; mais ce n'était pas là tout ce que cette terre pouvait produire. Une année après, de la même terre du potager, prise dans un endroit abrité contre la pluie, donna 2 à 3 grammes de salpêtre par kilogramme.

» Dans les nitrières, elle est tout aussi lente, bien que plusieurs dispositions soient adoptées pour la favoriser, entre autres celle de remuer la masse à la pelle tous les cinq ou six mois. En général, le lessivage de la terre salpêtrée n'a lieu que quinze à dix-huit mois après la mise en train.

» Les expériences, telles qu'on les avait instituées, ne permettaient pas d'agiter à certains intervalles la terre enfermée dans les ballons. Pour remplacer l'agitation, on se décida à laisser la terre à nitrifier en contact avec l'air confiné pendant un temps considérable, pendant onze ans : les appareils fermés en 1860 furent ouverts en 1871.

Terre végétale mise dans les appareils.

» Dans 100 grammes de terre séchée à l'air :

	gr
(1) Azote total (moyenne)	0,4722
Acide nitrique	0,0029
Ammoniaque	0,0020
Carbone	3,6630
Chaux	1,0000
Magnésie	0,0500
Potasse	0,0100

» Le 1er août 1860, on a introduit dans les ballons :

	Première expérience.	Deuxième expérience.
Terre végétale	100 grammes.	100 grammes.
Sable quartzeux	300 »	300 »
Cellulose	» »	5 »

» Les mélanges avaient été humectés avec de l'eau pure.

Lors de la fermeture des ballons, la température était....... 25 degrés.
» la pression barométrique... $0^{m},74$.

» Lors de l'ouverture, les mélanges présentaient le même aspect ; couleur brun foncé, l'odeur particulière à la terre humide.

(1) Comprenant l'azote de l'acide nitrique et de l'ammoniaque.

» Les mélanges retirés des ballons ont pesé :

Première expérience	440 grammes.
Deuxième expérience	435 »

» C'est dans cet état que les mélanges ont été soumis au dosage.

» Je discute dans mon Mémoire l'erreur dont les résultats peuvent être affectés, en appliquant les nombres fournis par les dosages aux poids du mélange retiré des ballons.

» Je me bornerai à présenter ici les résultats moyens.

Première expérience (terre végétale, 100 grammes; sable, 300 grammes).

	Azote total.	Acide nitrique.	Azote dans l'acide nitrique.	Carbone.	Acide AzO^5 exprimé en nitrate de potasse.
	gr	gr	gr	gr	gr
En 1860	0,4722	0,0029	0,00075	3,663	0,005
En 1871 : terre humide, 440gr.	0,4510	0,6178	0,16000	3,067	1,155
Différences	−0,0212	+0,6149	−0,15925	−0,596	+1,150

Deuxième expérience (terre végétale, 100 grammes; sable, 300 grammes; cellulose, $5^{gr} = C\ 0^{gr},2222$).

	Azote total.	Acide nitrique.	Azote dans l'acide nitrique.	Carbone.	Acide AzO^5 exprimé en nitrate de potasse.
	gr	gr	gr	gr	gr
En 1860	0,4722	0,0029	0,00075	5,885	0,005
Fn 1871 : terre humide, 435gr.	0,4641	0,5620	0,14570	3,358	1,051
Différences	−0,0081	+0,5591	−0,14495	−2,527	+1,046

» *Discussion.* — Dans chacune de ces expériences, le 1er août 1860, l'air enfermé dans les ballons, ramené à la température de zéro et à la pression $0^m,76$, occupait un volume de $85^{lit},9$ (1), pesant $111^{gr},13$, dans lesquels il entrait, en négligeant l'acide carbonique,

	gr
Oxygène	25,67
Azote	85,46

» *Première expérience.* — La perte totale en azote a été de $0^{gr},021$, les $\frac{4}{100}$ de l'azote initial.

» Il y a eu production de $0^{gr},615$ d'acide nitrique, dans lesquels il entrait :

	gr
Azote	0,159
Azote éliminé	0,021
Azote déplacé	0,180
L'azote initial étant	0,472
Azote resté dans la terre nitrifiée	0,292

(1) En tenant compte du volume de la terre.

» Cet azote resté dans le sol appartenait à l'humus et autres matières organiques.

» La perte en carbone s'est élevée à $0^{gr},596$, les $\frac{16}{100}$ de ce que la terre en contenait avant la nitrification.

» A 100 de carbone brûlé par combustion lente répond une formation d'acide nitrique de 103,2.

» *Deuxième expérience.* — L'introduction de 5 grammes de cellulose avait porté à $5^{gr},885$ le carbone du mélange de terre et de sable mis à nitrifier (1).

» La perte totale en azote a été de $0^{gr},008$, un peu moins du $\frac{2}{100}$ de l'azote initial.

» Il y a eu une production de $0^{gr},559$ d'acide nitrique, renfermant :

	gr
Azote	0,145
Azote éliminé	0,008
Azote déplacé	0,153
L'azote initial étant	0,472
Azote resté dans la terre nitrifiée	0,319

» La perte en carbone a atteint $2^{gr},527$, les $\frac{43}{100}$ du carbone préexistant.

» A 100 de carbone brûlé par combustion lente répond une formation d'acide nitrique de 22. »

» Ainsi, contrairement à ma prévision, la combustion du carbone de la matière organique non azotée, de la cellulose ajoutée à la terre, n'aurait pas favorisé la production de l'acide nitrique.

» D'après le carbone disparu, et en supposant qu'il ait été transformé en acide carbonique, on voit qu'il a dû rester dans les appareils :

	gr	
Dans la première expérience	24,25	de gaz oxygène;
Dans la deuxième expérience	18,52	»

» L'atmosphère, confinée dans les appareils, était donc bien loin d'avoir perdu son oxygène après être restée en contact avec la terre végétale pendant un long espace de temps.

» J'expose dans mon Mémoire des faits tendant à établir que dans ces expériences la nitrification a pu être achevée avant l'ouverture des appareils, en 1871. La présence d'une forte quantité de matière humique dans le mélange salpêtré ne saurait être invoquée contre cette opinion, puisqu'il est des sols riches en principes carbonés qui donnent peu ou point de nitrates, par exemple les terrains tourbeux; c'est que tous les principes carbonés ne sont pas nitrifiables.

---

(1) Admettant : $2^{gr},222$ de carbone dans la cellulose,
3,663 de carbone apporté par 100 grammes de terre végétale.
5,885

» La nitrification pourrait encore être arrêtée par insuffisance de bases salifiables. Il est évident qu'une terre végétale, alors même qu'elle serait pourvue d'humus nitrifiable, ne produirait pas de nitrates, du moins de nitrates alcalins et terreux, si la chaux, la magnésie, la potasse y manquaient, et que, dans le cas où ces bases ne s'y trouveraient qu'en proportion restreinte, la nitrification serait suspendue aussitôt après leur saturation. Tel n'était pas le cas pour la terre du Liebfrauenberg, employée dans ces expériences. On a vu, en effet, que, dans les 100 grammes de terre placés dans les ballons, il y avait :

			Acide.	Nitrate.
			gr	gr
Chaux	1,00	pouvant fixer	1,93	2,93
Magnésie	0,05	»	0,14	0,19
Potasse	0,01	»	0,015	0,025
			2,085	3,145

» Il se trouvait par conséquent dans la terre assez de bases pour saturer 2gr,1 d'acide nitrique; trois à quatre fois autant qu'il s'en est développé.

» La quantité de salpêtre formé durant le séjour du mélange terreux dans une atmosphère confinée pourrait, à la première vue, paraître assez faible : 1gr,15 de nitrate, en attribuant la production à 100 grammes de terre, soit 11gr,5 par kilogramme.

» C'est, après tout, autant et même plus que ce que contiennent les bonnes terres salpêtrées.

» Suivant un Rapport des anciens régisseurs des poudres, en France, les terres salpêtrées donnaient par kilogramme :

	Salpêtre.
	gr
Dans quelques provinces	1,2
En Touraine	8,5
Terres des nitrières artificielles	10,0
Id exceptionnellement	30,0
Terre d'une bergerie	8,4

» Il résulte de ces recherches que, dans la nitrification de la terre végétale, accomplie dans une atmosphère confinée que l'on ne renouvelle pas, dans de l'air stagnant, l'azote gazeux ne paraît pas contribuer à la formation de l'acide nitrique. L'azote, dosé dans la terre en 1871, ne pesait pas plus, ne pesait même pas tout à fait autant qu'en 1860. Dans la condition où l'on a observé, la nitrification aurait eu lieu aux dépens des substances organiques, de l'humus, que l'on rencontre dans tous les sols fertiles. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les coups de bélier de la houle contre les plages inclinées;* Note de M. A. DE CALIGNY.

« Une lettre de M. Moro, datée du 20 décembre 1872, m'a donné de nouveaux détails sur son expérience dont j'ai parlé dans ma Note du 22 juillet dernier (*Comptes rendus*, p. 193). Le banc de sable a bien été repoussé dans la position que j'avais indiquée. Il est certain, d'après cela, que le moyen indiqué par M. le capitaine de vaisseau Cialdi, pour détruire les bancs de sable ou empêcher leur formation à l'embouchure d'un *port chenal*, a eu dans cette circonstance un résultat aussi heureux qu'on pouvait le désirer. Il s'agit maintenant de se rendre bien compte des effets dont il s'agit, afin de voir autant que possible comment les principes de ce système pourront être appliqués dans d'autres circonstances. Dans celle dont il s'agit, il y avait un courant parallèle au rivage. Or il est essentiel de voir de quelle manière les choses se passeraient s'il n'y avait pas de courant ordinaire bien sensible, et que l'on eût seulement à compter sur les effets des vagues.

» Dans mes Notes des 22 juillet et 7 octobre 1872, publiées dans les *Comptes rendus*, j'ai insisté sur les propriétés de la convergence des digues proposées par M. Cialdi. Depuis cette époque, j'ai fait sur la pièce d'eau des Suisses, à Versailles, quelques observations sur le mouvement des vagues le long d'une plage de sable très-inclinée dans un golfe de plusieurs mètres de long et de plusieurs mètres de large du côté de la pièce d'eau, dont les rivages convergent d'une manière qui n'est pas sans quelque analogie avec la disposition dont il s'agit. Les vagues n'arrivent à cette plage qu'après avoir rencontré un ressaut se raccordant graduellement à son sommet avec elle, mais notablement plus profond. Quand elles sont un peu fortes, sans l'être cependant assez pour se briser au large, on les voit se briser en approchant du point où le fond dont il s'agit se raccorde avec cette plage de sable fin, contre laquelle les vagues montent ensuite notablement au-dessus du niveau de l'eau tranquille.

» Il n'est pas nécessaire que les vagues se brisent pour produire cet effet, qui, dans la même localité, se produit, non-seulement quand elles ne se brisent pas, mais quand il n'y a que de simples *rides*, résultant de la houle lorsqu'il n'y a plus de vent sensible. Ainsi il est bien entendu que l'effet dont il s'agit ne doit pas être confondu avec celui d'une seule vague se brisant sur une plage inclinée, comme on a remarqué depuis longtemps que cela se fait généralement. Il y a un *véritable courant* formé d'un certain

nombre de flots qui s'élèvent pour faire redescendre ensuite l'eau selon certaines lois le long de la plage inclinée. Il est certain qu'il peut en monter en même temps ainsi un nombre assez considérable, puisqu'il y a réellement, d'ailleurs, beaucoup de petits flots quand il y a eu assez peu de vent pour que ces flots ne soient, à proprement parler, que des rides.

» Quand ils sont assez sensiblement prononcés pour ne plus être de simples rides, il est intéressant de remarquer que, malgré les espèces de coups de bélier dont j'ai parlé ci-dessus, et qui les font même, dans certains cas, briser à l'approche de l'endroit où le fond se relève, leurs crêtes conservent entre elles des distances qui, d'abord, ne paraissent pas bien sensiblement différentes de ce qu'elles étaient plus au large; mais, à mesure que les vagues montent sur le plan incliné au-dessus du niveau de l'eau tranquille, ces crêtes se rapprochent très-sensiblement.

» Quand ces flots ont fini leur marche ascendante, ils redescendent, ou même s'ils ne redescendent pas toujours régulièrement à la surface, ils repoussent en arrière, bien au-dessous du niveau de l'eau tranquille, des petits corps répandus sur le fond. Il y a des circonstances où il s'établit un courant rétrograde au fond de l'eau, et il dure même assez longtemps : au moins plusieurs minutes. L'essentiel, pour l'étude pratique du système précité de M. Cialdi, est de bien saisir l'existence de courants alternatifs très-prononcés sur cette plage inclinée, même abstraction faite encore d'études précises sur leurs propriétés, et de voir qu'il s'agit véritablement, en général, de courants formés, non par un seul flot qui déferle, mais par un certain nombre de vagues qui peuvent ne pas se briser.

» Il est clair, en effet, d'après ces observations, que si ces courants ascensionnels n'étaient pas arrêtés par le rivage, qui fait ensuite revenir de l'eau en arrière, le phénomène serait très-différent. Je suppose, comme je l'ai dit dans ma Note précitée du 7 octobre, que le fond, au lieu de se relever au-dessus du niveau de l'eau tranquille, permît à cette eau de s'étendre au-dessus de son point le plus élevé. Les vagues qui forment ensuite, quand il y a du vent, un courant alternatif, ne rencontreraient plus le même obstacle pour les faire revenir en arrière. Elles passeraient au delà en agissant comme un courant véritable.

» Dans les projets de M. Cialdi, le fond, si je l'ai bien compris, ne se relève pas ainsi entre ses digues convergentes, et j'ignore si cela n'aurait pas quelque inconvénient relativement à la navigation. Mais ce qui se présente dans cette circonstance a au moins l'avantage de confirmer par un fait, que tout le monde peut facilement vérifier, des effets plus ou moins

analogues à ceux de la convergence des digues proposées par M. Cialdi, et qui semblent pouvoir donner lieu à des coups de bélier beaucoup plus puissants pour former un courant véritable. On conçoit, en effet, comment ces digues peuvent occasionner des coups de bélier dont la force dépend du degré de leur convergence.

» Il y a à faire sur ce sujet des études dont j'ai déjà dit quelque chose dans ma Note précitée du 22 juillet, en montrant par des faits comment les choses se passent d'une manière générale quand les vagues arrivent dans certains passages rétrécis, sans que cela les fasse revenir en arrière. Je n'entrerai pas ici dans des détails qui ne peuvent être étudiés que par l'expérience, quant à la meilleure forme définitive des digues dont il s'agit; mais je crois intéressant de bien fixer les idées sur la manière dont se font les coups de bélier contre les ressauts convenablement plongés. Il ne m'a pas encore été possible, à cette époque de l'année, de trouver un calme assez prolongé pour qu'il n'y ait pas de rides sensibles sur une aussi grande pièce d'eau. Je n'ai donc pu déterminer rigoureusement la hauteur du niveau de l'eau tranquille dans le petit golfe dont il s'agit; mais il est facile de voir qu'en général le mouvement de retour des vagues, montées sur le plan incliné, est bien moins fort que celui d'ascension. On peut admettre provisoirement, pour avoir une idée approximative de ces effets, sur lesquels je me propose de multiplier les observations, que sur une plage, dont l'inclinaison est d'environ un centimètre par mètre, de simples rides font, du moins quand il y a un ressaut, comme je l'ai dit, monter alternativement l'eau d'une façon assez régulière à une distance d'un mètre environ de la ligne qui serait la limite de l'eau tranquille, ces rides étant une véritable houle quand il n'y a plus de vent sensible. Cette distance est d'ailleurs variable dans certaines circonstances difficiles encore à préciser, d'autant plus qu'elles sont compliquées par des effets dont j'ai dit quelques mots et qui, dans cette localité, ont de l'analogie avec le phénomène connu des marins sous le nom de *contre-courant inférieur* (*voir* le *Répertoire polyglotte de la Marine*, par O'Hier de Grandpré, t. Ier, p. 385).

» Il est essentiel de rappeler à ce sujet une expérience que j'ai faite dès le début de mes recherches sur les ondes. J'avais disposé dans un canal factice, à peu près à la moitié de la profondeur de l'eau tranquille, un ressaut formé de planches horizontales, mais dont les extrémités se terminaient par des planches verticales perpendiculaires à l'axe du canal, ne dépassant pas les premières et s'appuyant sur le fond. Je produisais, à une des extrémités de ce canal, des ondes *courantes*, sans transport sensible de liquide,

lorsqu'un mouvement de va-et-vient vertical, au moyen duquel je les produisais, était suffisamment régulier. Or, dans ces circonstances, il ne s'établissait pas de courant sur le ressaut qui était à une distance convenable du point d'où partaient ces ondes. Cette observation, rapprochée de celles dont j'ai parlé ci-dessus, me paraît intéressante, parce qu'il en résulte que les ondes *courantes* ne donnent lieu en général, par des coups de bélier, à un courant véritable que lorsque ces coups de bélier s'exercent sur une surface convenablement inclinée.

» Ainsi il n'a pas suffi dans ces circonstances qu'il y eût un ressaut, il a fallu que sa partie d'amont se raccordât par des surfaces plus ou moins inclinées, avec le fond de l'eau du côté du large. Il est bien entendu qu'il ne s'agit ici que des ondes *courantes;* car les ondes dites *solitaires* ou de *translation*, qui résultaient quelquefois, dans le canal factice précité, de ce que le mouvement de va-et-vient qui engendrait les ondes n'était pas toujours suffisamment vertical, changeaient l'état de la question. Des ondes de cette espèce produisaient sur le ressaut un mouvement de progression sans que j'aie alors observé de recul.

» La production involontaire des ondes *solitaires* par suite d'un défaut d'habitude dans ce genre d'expériences m'a déjà servi à concilier des faits que s'opposaient MM. Emy et Virla, et qui semblaient se contredire. On va voir comment des phénomènes de ce genre, résultant nécessairement des coups de bélier des ondes courantes sur les plages inclinées, peuvent aussi servir à concilier certains faits relatifs à ce que M. Cialdi appelle *flot courant*.

» On conçoit que s'il se mêle ainsi des ondes *solitaires* ou de *translation* à des ondes courantes qui les produisent par des coups de bélier, ces ondes courantes restant d'ailleurs d'autant plus grandes par rapport à elles, que la pente du fond est plus douce, ces ondes de translation tendent à faire tomber de l'eau dans les creux des ondes courantes. Il résulte de cette circonstance que le courant qui tend à se produire vers la côte, en vertu des coups de bélier précités, est nécessairement atténué par la manière dont l'eau, qui tombe ainsi dans les creux, emploie sa force vive. Si donc, sur des plages en pente très-douce, on ne remarquait pas de *flot courant* bien sensible quand il n'y a pas de vent, on ne devrait pas s'en étonner; le nombre des vagues, dans les creux desquels se fait le versement dont on vient de parler, est d'autant plus grand que la pente est plus douce à partir d'une profondeur donnée.

» Il y a d'ailleurs plus de frottement sur le fond de l'eau, les choses se passant alors, *quant aux frottements*, d'une manière plus ou moins analogue à ce qui se présenterait dans un canal dont la longueur serait plus grande par rapport à la profondeur moyenne. On conçoit aussi que ces effets peuvent dépendre du degré de résistance du fond, car la force vive peut être employée en partie à remuer ce fond; or on sait qu'un courant perd bien plus tôt de sa force de translation quand il peut communiquer de la vitesse latéralement dans un réservoir qu'il traverse, que lorsqu'il est contenu dans un canal régulier à *parois solides*. Il faut tenir compte aussi de la manière dont le vent lui-même fait tomber de l'eau dans les creux des ondes courantes, en ayant égard à tout ce qui précède sur la manière dont la force vive de l'eau est alors employée.

» Montgolfier dit, à la première page de son *Brevet d'invention pour le bélier hydraulique*, que *l'élévation des marées, plus grandes sur certaines côtes que sur d'autres, l'élancement des vagues de la mer contre un rocher lorsqu'elles en rencontrent la surface plus ou moins inclinée*, etc., sont au nombre des faits qui lui ont donné l'idée fondamentale de cette machine (*voir* t. IV, p. 245, de la *Description des brevets d'invention*). Mais on voit combien l'étude approfondie de ces phénomènes sur les plages inclinées est délicate, et qu'il ne faut pas confondre les effets généraux de la grande onde de la marée avec les phénomènes compliqués dont cette Note a seulement pour but de signaler les points les plus essentiels aux ingénieurs en position de les étudier sur une plus grande échelle. Ce que j'ai dit sur les conséquences du versement de l'eau dans les creux quand les vagues se brisent montre combien le phénomène doit être différent quand elles ne se brisent pas, et expliquer comment il peut se faire que, dans ce dernier cas, de simples rides fassent, comme je l'ai observé, monter l'eau d'une manière aussi sensible le long d'une plage inclinée, malgré le frottement du fond. Mais ce sera seulement sans doute quand les vagues seront assez fortes pour se briser qu'elles pourront donner lieu, au moyen de digues convergentes, à des courants assez forts pour atteindre le but proposé.

» Il n'est pas vrai que, dans toutes les circonstances, le mouvement apparent des ondes courantes se dirige vers le rivage, de manière que ces ondes se meuvent toujours parallèlement au rivage, ou peu écartées de la ligne de celui-ci, abstraction faite de la direction du vent. Dans la pièce d'eau des Suisses, à Versailles, quand les parois ne sont pas suffisamment inclinées, et que le vent n'est pas perpendiculaire au rivage, la direction apparente des ondes courantes paraît sensiblement la même que celle du

vent, sauf ce que j'ai dit autre part sur la réflexion des ondes. Mais il est bien à remarquer qu'il y a des parties du rivage de cette pièce d'eau qui sont assez inclinées et composées de sable fin, et que, sur ces plages inclinées, il se produit de véritables coups de bélier, résultant des ondes courantes, de sorte qu'un mouvement de translation apparente de ces ondes se dirige vers le rivage même, quand le vent est dans une autre direction, conformément à des observations intéressantes faites par M. Cialdi autour d'un banc de sable.

» Si cet effet est suffisant pour montrer qu'en général, sur les plages inclinées, il y a une tendance quelconque à la formation d'un courant, résultant de coups de bélier plus ou moins sensibles des vagues sur le fond, cela ne suffit pas pour qu'on puisse démontrer *à priori* que ce courant doive être bien sensible dans diverses circonstances données, surtout après ce que j'ai dit ci-dessus des effets de la chute de l'eau dans les creux des vagues et du frottement de l'eau sur le fond. Il m'a donc semblé qu'il était utile d'appeler l'attention des Ingénieurs de la Marine sur les faits analogues à ceux qui sont décrits dans cette Note et qu'ils auront sans doute occasion de vérifier sur une plus grande échelle. Il est certain, d'après ces faits, que le *flot courant* (selon une expression de M. Cialdi) existe dans certaines circonstances. Quant à celles où je l'ai vu se produire, il est suivi d'un courant très-prononcé en sens contraire, l'un et l'autre comprenant un certain nombre de vagues; mais celui qui redescend paraît en général sensiblement moins fort que le premier, qui par conséquent laisse du sable sur le rivage, comme il est facile de le constater par la manière dont les dépôts de sable sont disposés.

» J'ai d'ailleurs eu principalement pour but dans cette Note de montrer qu'on doit pouvoir procurer un courant véritable en adoptant des dispositions plus ou moins analogues à celles qui ont été proposées par M. Cialdi pour détruire certains bancs de sable ou empêcher leur formation. Il s'agissait de bien établir que l'effet observé par M. Moro, en appliquant le procédé de M. Cialdi, peut ne pas être seulement, quant au transport du sable, attribué à un courant ordinaire, convenablement d'ailleurs dirigé par les digues convergentes; et que les vagues paraissent pouvoir faire beaucoup plus que de mettre en mouvement les matières, qu'elles doivent en général contribuer, selon moi, à emporter elles-mêmes, au moyen d'un courant plus ou moins saccadé, en formant des ondes *de translation* résultant de leur passage dans des espaces graduellement rétrécis par ces digues convergentes. Il est intéressant de remarquer d'ailleurs que ces effets dépendent

de l'angle de la direction des vagues avec la digue qu'elles rencontrent. Si cet angle est presque droit, on conçoit que l'effet dont il s'agit peut être presque nul, ou trop compliqué pour qu'on puisse l'étudier *à priori* dans l'état actuel de la Science. On conçoit même telle direction pour laquelle l'effet serait en sens contraire. Mais je crois en avoir dit assez pour montrer comment on peut étudier par expérience la meilleure disposition des digues convergentes, en tenant compte de la direction la plus ordinaire des vagues dans la localité où l'on ferait ces applications.

» Ayant été consulté à ce sujet par des Ingénieurs de la Marine, j'ai pensé qu'il pouvait être utile de bien préciser l'état de la question, pour engager à répéter sur une plus grande échelle des observations de ce genre, ou à en recueillir de semblables dans tout ce qui a pu être publié sur les ondes. »

M. Becquerel, en présentant à l'Académie la cinquième édition du « Traité d'hygiène privée et publique » de son fils, feu Alfred Becquerel, fait les remarques suivantes :

« Cet ouvrage renferme, sous une forme concise, un très-grand nombre de sujets qui ont rapport à la Physique, à la Chimie, à la Médecine et à la Thérapeutique. Les questions relatives à l'influence de la position sociale de l'homme, à celle des agents atmosphériques sur la santé, depuis sa naissance jusqu'à sa mort, y sont étudiées avec méthode. Il traite, en outre, de l'électricité comme agent thérapeutique. Cet Ouvrage paraît donc répondre aux besoins de la Science. Il a été mis, en outre, à la portée de toutes les classes de la société. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de juger le Concours du prix Godard pour l'année 1872.

MM. Cloquet, Nélaton, Sédillot, Robin, Bouillaud réunissent la majorité des suffrages.

Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Cl. Bernard, Milne Edwards, Coste, Larrey.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Bertin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « sur la résistance des carènes dans le roulis des navires ».

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

M. **Lacroix** transmet à l'Académie des feuilles de vigne et de rosier qu'il regarde comme atteintes du *Phylloxera*, et un flacon contenant quelques-uns de ces insectes dans l'alcool.

(Renvoi à la Commission du *Phylloxera*.)

CORRESPONDANCE.

Le **Bureau hydrographique de l'Amirauté anglaise** adresse un exemplaire des Cartes physiques de l'océan Pacifique, de l'océan Atlantique et de l'océan Indien.

M. W. **Huggins** adresse ses remercîments pour le prix Lalande, qui lui a été décerné, et exprime son regret de n'avoir pu assister à la séance, la lettre d'avis lui étant parvenue beaucoup trop tard.

MM. C. **Rozé**, H. **Renan** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les observateurs qui devront prendre part aux expéditions destinées à observer le passage de Vénus en 1874.

(Renvoi à la Commission.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un exemplaire de la Carte topographique et géologique de la République du Chili, adressée par M. *A. Pissis*, et donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Les opérations qui ont servi au lever de cette carte, commencées en 1849, seront exposées avec détail dans la description géographique du Chili ; elles consistent principalement dans la mesure d'une chaîne de triangles de premier ordre, qui s'étend depuis le 27e degré de latitude sud jusqu'au 38e degré, et dont la direction est à peu près celle d'un méridien. Cette chaîne se rattache à cinq bases : la base fondamentale a été mesurée dans les environs

de Santiago ; deux autres vers les extrémités nord et sud de la chaîne ; enfin les deux dernières entre la base fondamentale et les extrémités. Sur chaque sommet, on a observé, indépendamment des angles azimutaux, les distances zénithales et l'azimut de l'un des sommets. Les instruments qui ont servi pour les observations sont de petits instruments universels, construits par Ristor et Martins. Pour la mesure des bases, on a employé un mètre divisé par Gambey et qui sert d'étalon aux mesures du Chili. Des triangles de plus en plus petits ont servi ensuite à rattacher les détails topographiques aux sommets de cette chaîne, et les points où il n'était pas possible de stationner ont été fixés par un ensemble de triangles se rattachant au moins à trois sommets : c'est ce qui s'est fait principalement pour les plus hautes montagnes de la chaîne des Andes, dont les altitudes ont été mesurées trigonométriquement. Pour l'altitude des points situés dans des vallées très-encaissées, on a eu recours à des séries d'observations barométriques, faites successivement depuis le bord de la mer jusqu'au sommet des Andes. Le manque de voies de communication et les épaisses forêts qui couvrent la partie du Chili qui s'étend au sud du 38ᵉ degré ne permettant pas de continuer la triangulation, on y a substitué les observations astronomiques ; les latitudes des points fondamentaux ont été obtenues par des séries de hauteurs circumméridiennes des principales étoiles ; pour les longitudes, on a d'abord déterminé celle du petit observatoire établi à Valdivia, par des chronomètres transportés de l'Observatoire de Santiago dans quatre voyages successifs, ce qui a fourni huit comparaisons ; puis par l'azimut du volcan de Yaimas, dont les coordonnées géographiques avaient été calculées à l'aide de grands triangles se rattachant aux sommets de la chaîne principale : c'est ce dernier résultat qui a servi pour fixer les longitudes des autres points, appartenant aux provinces d'Arauco, de Valdivia et de Llanquihue. Les coordonnées géographiques des points se rattachant à la chaîne principale ont été calculées pour un aplatissement de $\frac{1}{299,1}$, et 6 377 398 mètres pour la valeur du demi-grand axe. Le système de projection adopté a été celui des cartes du Dépôt de la Guerre ; on a pris pour moyen méridien celui de l'Observatoire de Santiago, qui est aussi le zéro des longitudes ; enfin les cartes-minutes, construites à $\frac{1}{100000}$, ont été réduites à $\frac{1}{250000}$, ce qui est l'échelle de la carte gravée.

» Pour ce qui concerne la partie géologique, j'ai cru devoir me limiter aux grandes divisions indiquées par les rapports de stratification. Deux motifs m'y ont déterminé : d'abord l'extrême rareté des fossiles dans le plus grand nombre des formations du Chili, presque entièrement composées de roches métamorphiques ; puis l'existence, comme formation indépendante, de terrains qui contiennent à la fois des fossiles de l'époque jurassique et de la partie inférieure des terrains crétacés. En ne tenant compte que des divisions indiquées par les discordances de stratification, on arrive à reconnaître sept formations indépendantes dans les terrains stratifiés du Chili : ce sont celles qui se trouvent indiquées sur la légende, et en regard desquelles j'ai placé les formations de l'Europe qui paraissent s'y rapporter.

» Les roches plutoniques du Chili se trouvant en rapport avec les grandes lignes stratigraphiques et les nombreux dépôts métalliques de cette contrée, leur distribution sur la surface du sol méritait une attention toute spéciale : on les a réunies dans six formations, qui correspondent à des époques différentes et aux grandes dislocations des strates ; elles sont indiquées dans la légende sous les noms de granite, syénite, porphyre quartzifère, hypersthé-

nite, formations volcaniques ancienne et moderne. On a réuni, sous le nom de formation volcanique ancienne, toutes les roches qui, comme les trachytes et les phonolithes, se sont épanchées par des failles d'une grande longueur, sans être accompagnées de projection de scories et se rapprochant en cela des autres roches plutoniques, tandis que les roches volcaniques modernes sont arrivées à la surface par des ouvertures incomparablement plus petites, autour desquelles se sont accumulées de grandes masses de scories.

» On n'a pu figurer sur la carte que les masses plutoniques d'une certaine étendue; mais on y a indiqué par des signes particuliers celles qui se trouvent plus spécialement en rapport avec les dépôts métallifères et qui sont toujours situées sur le prolongement des grandes masses. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. *Emm. Liais*, intitulé « Climats, Géologie, Faune et Géographie botanique du Brésil », et imprimé par ordre du gouvernement du Brésil.

Cet ouvrage, dont l'auteur fait hommage à l'Académie au nom de l'Observatoire impérial du Brésil, comprend, pour ce qui concerne les sciences naturelles, toute la partie scientifique des voyages qu'il a effectués dans l'empire, avant que la direction de l'Observatoire lui ait été confiée.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (128), *faites, à l'Observatoire de Marseille*, par M. **Borrelly**; Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« J'ai l'honneur de vous annoncer deux nouvelles positions de la planète (128), qui a été découverte également par M. Watson, en Amérique :

Dates.	T. M. de Marseille. (Longchamps.)	Asc. droite.	l(par. × Δ).	Dist. pôle nord.	l(par. × Δ).	Étoiles. de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
1872. Déc. 20.	12.56.51	3.59.18,44	$+\bar{1},4151$	70.13. 7,8	−0,5939	*d*
22.	9.39.20	3.58. 5,58	$-\bar{2},3835$	70.11.28,2	−0,5488	*d*

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1872,0.

	Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Dist. pol. nord.	Grandeur.
d...	1217 Weisse, H. III........	3h57m46s,85	70°12′43″,4	8e. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (128), *calculés par M.* **J. Bossert**; Note présentée par M. Yvon Villarceau.

« La détermination de ces éléments repose sur trois observations faites à l'Observatoire d'Ann-Arbor, le 25 novembre, et à l'Observatoire de Marseille, les 7 et 22 décembre 1872.

Éléments de la planète (128).

Anomalie moyenne.......	49°.56′.20″	le 1,0 janv. 1873, t. m. de Greenwich.
Longit. du périhélie......	12.37.18	Équinoxe moyen de 1873,0.
Long. du nœud ascend^t..	76.35.50	Équinoxe moyen de 1873,0.
Inclinaison.............	6.18.27	Équinoxe moyen de 1873,0.
Angle (sin = excentricité).	7.21.59	
Moyen mouvement diurne.	776″,86	
Log. demi-grand axe.....	0,4397762	

Éphéméride de la planète (128) (les positions sont rapportées à 1873,0).

Temps moyen de Greenwich.	Ascension droite.	Distance au pôle nord.	log Δ.
	h m s	° ′ ″	
1873. Janv. 1,0.....	3.53.21	69.59.47	0,2378
2,0.....	3.53. 1	69.58.16	0,2403
3,0.....	3.52.43	69.56.40	0,2428
4,0.....	3.52.26	69.55. 2	0,2453
5,0.....	3.52.11	69 53.19	0,2479
6,0.....	3.51.58	69.51.32	0,2505
7,0.....	3.51.47	69.49.42	0,2531
8,0.....	3.51.38	69.47.48	0,2558
9,0.....	3.51.30	69.45.51	0,2585
10,0.....	3.51.24	69.43.49	0,2612
11,0.....	3.51.20	69.41.44	0,2639
12,0.....	3.51.18	69.39.35	0,2666
13,0.....	3.51.18	69.37.22	0,2694
14,0.....	3.51.19	69.35. 6	0,2721
15,0.....	3.51.22	69.32.46	0,2749
16,0.....	3.51.27	69.30.23	0,2777
17,0.....	3.51.34	69.27.56	0,2805
18,0.....	3.51.42	69.25.25	0,2833
19,0.....	3.51.52	69.22.51	0,2861
20,0.....	3.52. 4	69.20. 4	0,2889
21,0.....	3.52.17	69.17.34	0,2918
22,0.....	3.52.32	69.14.50	0,2946
23,0.....	3.52.49	69.12. 3	0,2975
24,0.....	3.53. 8	69. 9.13	0,3003
25,0.....	3.53.28	69. 6.20	0,3032
26,0.....	3.53.50	69. 3.23	0,3060
27,0.....	3.54.13	69. 0.24	0,3089
28,0.....	3.54.38	68.57.22	0,3117
29,0.....	3.55. 4	68.54.17	0,3146
30,0.....	3.55.32	68.51. 9	0,3174
31,0.....	3.56. 2	68.47.58	0,3203
Fév. 1,0.....	3.56.33	68.44.46	0,3231
2,0.....	3.57. 5	68.41.30	0,3259

Correction de l'éphéméride de la planète (128).

» D'après une observation faite par MM. Paul et Prosper Henry le 5 janvier, la correction de l'éphéméride était ce jour-là :

	Calcul.
En ascension droite........................	0^s
En distance polaire........................	$-0',1$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'équation du troisième ordre dont dépend le problème des surfaces orthogonales;* par M. G. DARBOUX.

« Les belles recherches de M. Cayley, publiées à trois reprises différentes dans les *Comptes rendus,* ont appelé l'attention des géomètres sur les questions les plus intéressantes de la théorie des surfaces orthogonales; je me propose d'indiquer ici un moyen nouveau de former l'équation différentielle du troisième ordre, dont le calcul a d'abord été effectué par l'illustre géomètre anglais.

» Soient u, v, w les paramètres des trois familles de surfaces, et employons, pour désigner les dérivées de ces paramètres, les notations u_{x^2}, u_{xy}, u_x,..., dont l'explication est évidente. Les équations différentielles du problème sont les suivantes :

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l} u_x v_x + u_y v_y + u_z v_z = 0, \\ v_x w_x + v_y w_y + v_z w_z = 0, \\ w_x u_x + w_y u_y + w_z u_z = 0. \end{array}\right.$$

» Si ces équations étaient les plus générales du premier ordre, il résulte d'un calcul des plus simples qu'en éliminant les paramètres v, w, au moyen de différentiations successives, on serait conduit pour u à deux équations différentielles du sixième ordre.

» Mais, par suite de la forme particulière des équations (1), on peut déjà, en différentiant une seule fois ces équations, établir la relation suivante :

$$(2)\qquad v_x w_x u_{x^2} + (v_x w_y + v_y w_x)\, u_{xy} + \ldots = 0,$$

qui ne contient que les dérivées du deuxième ordre de u, et l'existence de cette équation m'a permis d'établir dans ma Thèse (*Annales de l'École Normale*, t. III) que tout le problème se ramène à l'intégration d'une seule équation différentielle du troisième ordre. C'est l'équation formée par M. Cayley.

» Je montrerai dans cette Note qu'en continuant les différentiations jus-

qu'au troisième ordre, on peut obtenir, par une méthode assez élégante, cette équation à laquelle satisfait u, sous une forme simple et symétrique. La marche suivie réussirait aussi dans l'étude du problème plus général où le trièdre, formé par les plans tangents aux trois surfaces (u) (v) (w) à leur point d'intersection, serait conjugué dans une quadrique fixe quelconque. Si cette quadrique devient le cercle de l'infini, on retrouve comme cas particulier trois familles de surfaces orthogonales.

» Les raisonnements qui suivent reposent sur l'emploi systématique d'une opération différentielle, qui conduit avec une extrême simplicité à l'ensemble si riche et si étendu des formules relatives aux surfaces. Elle est définie par l'équation

$$\partial_\alpha \beta = \partial_\beta \alpha = \frac{\partial \alpha}{\partial x}\frac{\partial \beta}{\partial x} + \frac{\partial \alpha}{\partial y}\frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \alpha}{\partial z}\frac{\partial \beta}{\partial z},$$

ou

$$\partial_\alpha = \frac{\partial \alpha}{\partial x}\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial \alpha}{\partial y}\frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial \alpha}{\partial z}\frac{\partial}{\partial z}.$$

» On a, relativement au symbole ∂_α, les formules fondamentales suivantes :

$$(3) \qquad \frac{d}{dx} = \partial_x, \quad \partial_\alpha uv = u\,\partial_\alpha v + v\,\partial_\alpha u,$$

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} \partial_w \partial_u v + \partial_v \partial_u w - \partial_u \partial_v w &= 2\,(v_x \partial_w u_x + v_y \partial_w u_y + v_z \partial_w u_z) \\ &= 2\,[v_x w_x u_{x^2} + (v_x w_y + v_y w_x) u_{xy} + \ldots] \end{aligned} \right.$$

» Cela posé, les équations différentielles de notre problème peuvent s'écrire

$$\partial_v u = \partial_u v = 0, \ldots,$$

et, par suite de la formule (4), on aura immédiatement l'équation (2) écrite plus haut.

» Maintenant appliquons l'opération ∂_u à cette équation

$$w_x \partial_v u_x + w_y \partial_v u_y + w_z \partial_v u_z = 0,$$

nous aurons

$$(5) \quad \partial_u w_x \partial_v u_x + \partial_u w_y \partial_v u_y + \partial_u w_z \partial_v u_z + w_x \partial_u \partial_v u_x + w_y \partial_u \partial_v u_y + w_z \partial_u \partial_z u_z = 0.$$

» En échangeant les symboles ∂_u et ∂_v dans la seconde ligne de cette équation par l'emploi de la formule (4), nous aurons

$$\partial_u w_x = -\partial_w u_x,$$
$$\partial_u \partial_v u_x - \partial_v \partial_u u_x = -2\,(u_{x^2}\partial \quad {}_x + u_{xy} \partial_v u_y + u_{xz} \partial_v u_z),$$

et, par suite, l'équation (5) prendra la forme

$$w_x \delta_v \delta_u u_x + w_y \delta_v \delta_u u_y + w_z \delta_v \delta_u u_z - 3(\delta_w u_x \delta_v u_x + \delta_w u_y \delta_v u_y + \delta_w u_z \delta_v u_z) = 0.$$

» C'est, comme on va le voir, l'équation cherchée. En effet, développons les calculs, la formule précédente deviendra

$$(6)\quad \begin{cases} A v_x w_x + B v_y w_y + C v_z w_z + F(v_y w_z + v_z w_y) + G(v_x w_z + v_z w_x) \\ \qquad + H(v_x w_y + v_y w_x) = 0, \end{cases}$$

où A, B, C, F, G, H sont des fonctions des dérivées de u. On a

$$A = u_x u_{x^3} + u_y u_{yx^2} + u_z u_{zx^2} - 2(u_{x^2}^2 + u_{yx}^2 + u_{zx}^2) = \delta_u u_{x^2} - 2\delta_{u_x} u_x,$$
$$F = u_x u_{xyz} + u_y u_{y^2z} + u_z u_{yz^2} - 2(u_{yx} u_{zx} + u_{y^2} u_{zy} + u_{yz} u_{z^2}) = \delta_u u_{yz} - 2\delta_{u_y} u_z.$$

» Les autres coefficients s'obtiennent par des permutations circulaires. Il reste à faire disparaître de l'équation (5) les dérivées partielles de v et w. A cet effet, en combinant linéairement les équations du système (1), on formera le système suivant :

$$\begin{aligned} w_x \delta_v u + v_x \delta_w u = 2 v_x w_x u_x + (v_x w_y + v_y w_x) u_y + (v_x w_z + v_z w_x) u_z &= 0, \\ (w_x v_y + w_y v_x) u_x + \qquad 2 w_y v_y u_y + (w_y v_z + w_z v_y) u_z &= 0, \\ (w_x v_z + w_z v_x) u_x + (w_y v_z + w_z v_y) u_y + \qquad 2 w_z v_z u_z &= 0. \end{aligned}$$

» En ajoutant à ces équations la seconde du système (1) et l'équation (2), on a six équations homogènes et du premier degré en $v_x w_x$, etc. On pourra donc éliminer les dérivées de v, w, et l'on obtiendra l'équation finale sous la forme

$$(7)\qquad \begin{vmatrix} A & B & C & F & G & H \\ u_{x^2} & u_{y^2} & u_{z^2} & u_{yz} & u_{xz} & u_{xy} \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 2u_x & 0 & 0 & 0 & u_z & u_y \\ 0 & 2u_y & 0 & u_z & 0 & u_x \\ 0 & 0 & 2u_z & u_y & u_x & 0 \end{vmatrix} = 0.$$

On voit immédiatement qu'elle est linéaire par rapport aux dérivées du troisième ordre, du troisième degré par rapport à celles du second, du quatrième par rapport à celles du premier. On peut la développer facilement ou la mettre sous la forme d'un déterminant du troisième ordre; je con-

serverai le déterminant précédent dont la composition permet d'apercevoir plusieurs résultats.

» Mais auparavant, pour vérifier notre calcul, voyons ce que devient l'équation (12) quand on suppose, comme l'a fait M. Bouquet,

$$u = X + Y + Z,$$

X, Y, Z étant respectivement des fonctions de x, y, z.

Alors

$$F = G = H = 0,\quad A = X'X''' - 2X''^2,\quad B = Y'Y''' - 2Y''^2,\quad C = Z'Z''' - 2Z''^2,$$

et l'équation se réduit à

$$2u_x u_y u_z \begin{vmatrix} X'X''' - 2X''^2 & Y'Y''' - 2Y''^2 & Z'Z''' - 2Z''^2 \\ X'' & Y'' & Z'' \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

ce qui est bien le résultat de M. Bouquet. La forme même sous laquelle nous l'obtenons nous indique que les fonctions X, Y, Z doivent satisfaire à une équation de la forme

$$X'X''' - 2X''^2 = \lambda X'' + \mu, \ldots,$$

où λ et μ sont des constantes.

» Cherchons encore à quoi se réduit l'équation (6) quand on prend la normale à la surface (u) pour axe des x, et les directions principales pour axes des y et des z. Alors

$$u_y = u_z = u_{yz} = 0,$$

$$F = u_x u_{xyz} - 2u_{xz} u_{yz},\quad G = H = 0,$$

et il reste

$$\begin{vmatrix} B & C & F \\ 1 & 1 & 0 \\ u_{y^2} & u_{z^2} & 0 \end{vmatrix} \quad \text{ou} \quad (u_{y^2} - u_{z^2})(u_x u_{xyz} - 2u_{xz} u_{yz}) = 0,$$

ce qui est d'accord avec un résultat obtenu par M. Puiseux dans ses *Recherches sur les Surfaces orthogonales* (*Journal de M. Liouville*, t. VIII, 2e série). »

PHYSIQUE. — *Réponse à une communication précédente de M.* Gernez, *intitulée : « Note relative à l'action prétendue des lames minces liquides sur les solutions sursaturées;* » par M. G. van der Mensbrugghe.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXV, p. 1705), M. Gernez cherche à réfuter un travail où, en collaboration avec M. Tomlinson, j'ai essayé de rattacher à la théorie de la tension superficielle les phénomènes si bizarres que présentent les solutions salines sursaturées. Pour le dire en passant, M. Gernez regarde, sans doute par distraction, la tension superficielle comme une simple hypothèse; cependant j'ai lieu de croire qu'il connaît les preuves au moyen desquelles l'existence de la force contractile des liquides est établie; il ne doit donc pas hésiter à la traiter comme un fait désormais incontestable.

» Avant d'aborder le fond de la question, qu'il me soit permis de faire connaître brièvement les circonstances qui ont donné lieu à la publication de notre essai, et la part de responsabilité qui revient à chacun de nous. Après avoir réfléchi aux faits nombreux relatifs à la cristallisation des solutions sursaturées, j'ai conçu l'idée que ces faits pouvaient avoir une connexion intime avec le jeu des forces contractiles des liquides mis en présence; n'ayant pas le temps de m'occuper moi-même de la partie expérimentale, je soumis mes vues à M. Tomlinson, en les formulant dans quatre propositions, destinées à être contrôlées par de nouvelles expériences; j'indiquai, de plus, les essais qui me paraissaient de nature à bien établir la connexion dont il s'agit. M. Tomlinson eut la bonté de se mettre aussitôt à l'œuvre, soit pour refaire quelques-unes de ses expériences antérieures, soit pour en exécuter de nouvelles. Cet examen fut loin de nous satisfaire entièrement, au point de vue théorique : à côté d'un grand nombre de faits conformes à nos propositions, il y en eut d'autres qui semblaient y être contraires. Malgré ce désaccord partiel, nous résolûmes de publier les résultats tant positifs que négatifs de l'enquête, dans l'espoir que notre essai provoquerait des recherches ultérieures. Je ne puis donc approuver aucunement, pour ma part, l'assertion de M. Gernez, d'après laquelle « la » netteté des résultats affirmés par ces physiciens (c'est-à-dire par nous) et » les conséquences formelles qu'ils en ont déduites ne laissaient place à » aucune ambiguïté. »

» Je passe actuellement aux faits nouveaux signalés par le savant physicien français. Il déclare tout d'abord s'être astreint à répéter scrupuleusement les expériences de M. Tomlinson; pour vérifier la proposition relative

à l'action de lames minces, il a opéré sur une solution sursaturée contenant 2 parties de sulfate de soude et 1 partie d'eau; sur cinquante-quatre ballons essayés, et dans lesquels s'est formée une pellicule, il ne s'en est pas trouvé un seul où la cristallisation se soit effectuée. Dans une nouvelle série de cinquante-quatre expériences, avec des solutions sursaturées d'autres substances, M. Gernez n'a pas non plus constaté une seule fois la solidification, ni immédiatement, ni après dix jours. Il conclut de là que les lames minces à faible tension sont absolument insuffisantes pour déterminer la cristallisation des solutions salines sursaturées, soit immédiatement, soit au bout d'un temps quelconque.

« Bien que j'attache une grande importance aux expériences de M. Gernez, je trouve sa conclusion prématurée, et d'autant moins légitime qu'il n'a nullement opéré comme M. Tomlinson, malgré son affirmation si positive à cet égard. En effet, dans l'article contre lequel s'élève M. Gernez, nous invoquons d'abord, à l'appui de l'action des lames linces, les résultats décrits dans la 2e partie du Mémoire de M. Tomlinson : *On supersaturated saline solutions* (*Transactions of the Royal Society*, 1870, p. 51); je ne citerai ici que les suivants, qui me paraissent bien caractéristiques :

« Une solution de sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, faite dans la proportion de 1 *partie de sel pour* 1 *partie d'eau*, est versée, après filtration, dans quatre flacons, qu'on recouvre ensuite d'un verre de montre, puis refroidie pendant plusieurs heures; on dépose alors à la surface du liquide, dans chaque flacon, une goutte d'huile de phoque (*seal-oil*); chaque fois, celle-ci s'étale en une lame mince présentant des couleurs, et aussitôt il se forme sous cette lame des cristaux de sulfate de soude; la cristallisation s'effectue en chaque point de la surface inférieure, et quand un petit amas de cristaux se détache et tombe, il s'en reproduit un autre, jusqu'à ce que toute la solution soit devenue une masse cristalline, entourée d'une petite quantité de liquide. Ce cas est tout à fait différent de celui où le contact d'un corps solide (par exemple, des poussières de l'air ou des corps nucléaires) produit la solidification en un ou plusieurs points de la surface; la cristallisation, au lieu d'être graduelle, se fait alors trop rapidement pour être régulière. »

» Après cette citation, nous indiquons le cas exceptionnel où l'essence de térébenthine fraîchement distillée, au lieu de s'étendre comme l'essence ordinaire, se maintient sous forme de lentille et ne produit pas de cristallisation. Puis nous décrivons les résultats obtenus avec des solutions à différents degrés de concentration et, par suite, de tensions superficielles notablement différentes; selon moi, c'est exclusivement de cette manière qu'on peut reconnaître si la tension intervient ou non dans le phénomène, et jusqu'à quel point elle intervient. Nous avons trouvé ainsi que, avec

douze flacons contenant une solution de 1 partie de sel pour 1 partie d'eau (tension $t = 5,2$ environ), l'huile de phoque, de *spermaceti*, l'huile de graine de coton, l'huile *niger*, ont donné des lamelles et amené la solidification. Enfin nous rapportons deux séries d'expériences, faites avec une solution contenant 3 parties de sel pour 1 partie d'eau ($t = 3,5$ à 4); dans l'une des séries, les mêmes huiles que ci-dessus ont gardé la forme de lentilles, sans produire de cristallisation, tandis que, dans l'autre, il s'est manifesté des lamelles donnant lieu à la solidification. Ainsi, lorsque la solution était trois fois plus concentrée, les mêmes substances ont produit plus difficilement la cristallisation. C'est là un fait d'une importance capitale, et je le soumets avec confiance à l'appréciation de mon savant contradicteur. Si les observations n'ont pas été identiques dans les deux séries, j'attribue cette particularité à ce que la solution n'avait pas, dans les deux cas, la même force contractile.

» Ce qui précède montre suffisamment que M. Gernez n'a pas suivi exactement notre méthode, et que les expériences faites avec une solution d'une sursaturation moyenne, quelque nombreuses qu'elles soient d'ailleurs, peuvent avoir sans doute une grande valeur par elles-mêmes, mais ne permettent nullement de trancher la question relative à l'influence de la tension superficielle.

» Quant à la proposition concernant l'action des corps solides sur les solutions sursaturées, M. Gernez cite des expériences sur l'acétate de soude, l'hyposulfite de soude, et le tartrate de soude et de potasse; mais il n'a donné la tension superficielle d'aucun de ces liquides, et sans cet élément il n'y a pas moyen de juger les faits. Pourquoi n'a-t-il pas opéré également avec le sulfate de soude, en s'entourant des précautions nécessaires? Dans ce cas, il se serait rapproché réellement de la marche que nous avons suivie.

» On le voit, la comparaison des faits importants signalés par M. Gernez avec les nombreuses expériences de M. Tomlinson n'autorise aucunement à se prononcer d'une manière définitive; quant à moi, je regarde la question non comme jugée sans appel, mais comme devant être soumise à de nombreux et minutieux essais, dans lesquels on aura grand soin de mesurer les tensions des liquides sur lesquels on opère. Un point qu'il ne faudra pas manquer d'éclaircir, c'est que, d'une part, dans les expériences du physicien anglais, il n'y a jamais eu d'étalement en lame mince sans cristallisation, tandis que, dans celles de M. Gernez, qui, à la vérité, ont été faites avec des solutions de force différente, il n'y a jamais eu de solidification, malgré l'extension des liquides en minces lamelles. Cela donnera peut-être lieu à

la découverte de causes multiples, agissant dans ces phénomènes si compliqués.

» Je crois utile de rappeler ici toutes les précautions dont s'est entouré mon collaborateur : pour éviter toute erreur possible, résultant des effets de la poussière flottant dans l'air d'une chambre, les expériences ont toutes été effectuées dans un jardin, à la campagne, dans un village voisin de Londres. On préparait d'abord chaque solution dans une grande éprouvette, puis on la filtrait bouillante dans plusieurs flacons, on la faisait bouillir de nouveau, on la recouvrait de verres de montre ou de capsules, et enfin on portait les flacons en plein air. On avait soin de répéter plusieurs fois la même expérience, sur des solutions de même force.

» Je me demande après cela comment, ainsi que l'insinue M. Gernez, M. Tomlinson en effectuant ses essais, et moi en m'appuyant sur ceux-ci pour énoncer mes quatre propositions théoriques, nous aurions pu être victimes d'une *illusion complète*. Cette supposition de l'auteur me fait croire qu'il s'est arrêté à l'énoncé des propositions dont il s'agit, sans prendre une connaissance détaillée de l'article qu'il veut réfuter. Et dira-t-on que les liquides à faible tension qu'a employés le physicien anglais contenaient des traces des substances cristallines dont étaient formées les solutions sursaturées? Je répondrai alors que les mêmes huiles qui, par leur étalement sur les solutions les plus faibles, y produisaient la cristallisation, n'ont pas provoqué la solidification d'autres solutions trois fois plus fortes, où elles demeuraient, il est vrai, sous forme lenticulaire.

» Pour terminer, je ferai valoir une dernière considération qui me paraît très-importante : M. Gernez ne rejette ma théorie que pour invoquer l'action des poussières cristallines, disséminées dans l'air ou en suspension dans les liquides à faible tension ; mais cette action est en tout point conforme à la théorie de la tension superficielle; en effet, selon nous, les cristaux microscopiques de l'air ne produisent pas la solidification comme tels, mais seulement parce qu'ils sont recouverts de substances plus ou moins grasses : ce qui démontre la justesse de cette explication, c'est que M. Tomlinson a prouvé directement que des cristaux chimiquement purs et de même nature que ceux de la solution ne donnent pas lieu à la solidification de la masse entière (*voir* les *Philos. Transact.*, 1868, p. 665, et 1870, p. 68). »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons où le phosphore paraît exister dans un état allotropique analogue au phosphore rouge;* Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« Parmi les combinaisons que forme le phosphore avec l'hydrogène ou l'oxygène, il en est plusieurs dont la composition ou même l'existence reste douteuse. Le sous-oxyde de phosphore, de M. Le Verrier, P^4O, l'acide phosphoreux P^2O^3, les hydrogènes phosphorés P^2H^2 et P^2H sont de ce nombre. L'une des causes de cette incertitude tient à l'état amorphe de ces corps, et la découverte du phosphore rouge n'a pas peu contribué à faire penser que tous les composés jaunes, oranges ou rouges, très-riches en phosphore, n'étaient autre que du phosphore amorphe, à l'état impur. L'analogie des propriétés physiques de ces corps avec le phosphore amorphe, leur insolubilité, la difficulté de les faire entrer en combinaison ont rendu cette hypothèse plus probable encore. Je crois pouvoir affirmer aujourd'hui l'existence d'une série de composés, dont quelques-uns ont été pris jusqu'ici pour du phosphore amorphe, mais qui, en réalité, contiennent aussi de l'hydrogène et de l'oxygène, qui sont doués d'une grande stabilité, et qui, d'après leurs propriétés physiques et chimiques, paraissent contenir le phosphore dans un état allotropique analogue au phosphore amorphe, c'est-à-dire où un certain nombre d'atomes de phosphore, se soudant les uns aux autres, en perdant une partie de leur chaleur de constitution, jouent, comme dans les combinaisons organiques du carbone, le rôle d'un atome simple. Je me bornerai, dans cette Note, à décrire le composé qui résulte de l'action du protochlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux.

» Quand on chauffe, en tube scellé, à 170 degrés, de l'acide phosphoreux cristallisable avec 5 à 6 fois son poids de protochlorure de phosphore, on obtient bientôt une masse rouge brun. A l'ouverture du tube, il se dégage beaucoup d'acide chlorhydrique. En traitant par l'eau la masse rouge, on obtient une solution d'acide phosphoreux et pyrophosphorique, et sur le filtre une poudre rouge-brique, qui n'est autre que du phosphore amorphe formé d'après l'équation

$$3PCl^3 + 7PH^3O^3 = 4P + 3P^2H^4O^7 + 9HCl.$$

Il n'en est plus ainsi si l'on chauffe le même mélange à 79 degrés. Il se dégage encore de l'acide chlorhydrique, et il se forme de l'acide pyrophosphorique; mais il se dépose peu à peu, au fond du ballon, un composé jaune

vif, qu'on peut séparer en distillant d'abord l'excès de protochlorure, et reprenant la masse qui reste, après l'avoir refroidie à — 10 degrés par l'eau glacée versée goutte à goutte, jetant ensuite le tout sur un filtre, lavant, séchant dans le vide, puis à 140 degrés, dans un courant d'acide carbonique. Quand on a opéré avec ces précautions, on obtient une poudre jaune qui, soumise à l'analyse, a donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.
P...........	86,92	87,55	87,76
H...........	0,93	0,80	0,87
O...........	12,15	11,65	11,37

chiffres qui correspondent à la formule P^4HO, qui demande $P = 87,94$; $H = 0,71 + O = 11,35$.

» Si l'on dépasse la température de 80 degrés, le corps produit devient plus orangé; à 100 degrés, il se mélange de phosphore amorphe. On remarquera en effet la relation très-simple

$$3P^4HO + PCl^3 + 3PH^3O^3 = 3PH^3O^4 + 3HCl + 13P.$$

L'action du chlorure de phosphore sur l'acide phosphoreux ne donnant lieu, outre le corps P^4HO, qu'aux acides chlorhydrique et pyrophosphorique, l'équation qui l'exprime est la suivante :

$$11PCl^3 + 27PH^3O^3 = 4P^4HO + 11P^2H^4O^7 + 33HCl.$$

» Le composé P^4HO est d'une belle couleur jaune, amorphe, inaltérable à l'air s'il est sec ; quand il est humide, il s'oxyde lentement en émettant une légère odeur alliacée. Il est insoluble dans tous les dissolvants que nous avons employés : l'eau, l'alcool, l'éther, la benzine, le chloroforme, l'essence de térébenthine, même à 150 degrés, la glycérine, l'acide acétique, l'acide phosphoreux, le protochlorure de phosphore, le protochlorure d'antimoine.

» Ce corps est très-stable; on peut le porter à 240 ou 250 degrés dans un courant d'acide carbonique sec, sans qu'il perde sensiblement de son poids. Vers 265 degrés, il émet de l'hydrogène phosphoré et dégage un peu de phosphore ordinaire ; mais ce n'est qu'à 350 ou 360 degrés que le phosphore distille abondamment, tandis qu'il se forme un résidu oxygéné qui attaque et perce le verre.

» Chauffé à l'air, ce corps s'enflamme au fond d'un tube vers 260 degrés, et brûle lentement après avoir produit une légère explosion. Mélangé à l'oxyde de cuivre et soumis au choc, il s'enflamme sans détonation. Il fait explosion quand on le frappe mêlé au chlorate de potasse.

» Ce corps est inattaquable à froid par les acides étendus; mais l'acide nitrique ordinaire l'oxyde si violemment que la réaction est accompagnée d'une vive lumière. L'acide sulfurique concentré ne dégage avec lui de l'acide sulfureux que vers 200 degrés.

L'eau à 170 degrés le décompose aisément. Il se forme de l'hydrogène phosphoré pur PH^3 et des acides phosphoreux et hypophosphoreux; un peu plus haut, de l'acide phosphorique avec une trace d'hydrogène :

$$2P^4HO + 11H^2O = 5PH^3O^2 + PH^3O^3 + 2PH^3.$$

» Les alcalis très-étendus agissent sur le corps P^4HO; avec de la soude étendue de 50 fois son poids d'eau, il se dégage pendant des semaines un mélange d'hydrogène phosphoré PH^3 et d'hydrogène en excès; il se fait du phosphate et de l'hypophosphite de soude, et il se forme un composé insoluble, brun, qui, laissé humide à l'air, paraît reproduire le corps primitif. Est-ce du phosphore amorphe, sous un état spécial, ou est-ce une autre substance? Nous réservons encore cette question, que l'instabilité de corps ne nous a pas permis de résoudre entièrement. Toujours est-il que ce corps brun disparaît peu à peu et que la réaction finale est la suivante :

$$P^4HO + 11H^2O = PH^3O^2 + 2PH^3O^5 + PH^3 + 11H.$$

» Le gaz ammoniac s'unit vivement à froid au corps P^4HO, et forme avec lui un composé d'additions d'où la chaleur chasse peu à peu AzH^3; le gaz chlorhydrique fait reparaître P^4HO.

» M. Le Verrier a décrit, en 1837 (1), un corps qu'il a appelé *sous-oxyde de phosphore*, auquel il a attribué la formule P^4O, qui ne diffère de celle du composé dont je fais ici l'histoire que par l'absence d'un atome d'hydrogène. Ce corps, que l'on obtient en laissant quelque temps à l'air le phosphore immergé dans le protochlorure de phosphore, se formerait, d'après cet auteur, par l'oxydation lente de ce phosphore à travers le chlorure. Il en résulterait bientôt une combinaison cristalline, à laquelle il a donné le nom de *phosphate d'oxyde de phosphore*, soluble dans l'eau. Cette solution précipite l'oxyde P^4O quand on la fait bouillir. J'ai observé les mêmes faits avec le mélange d'acide phosphoreux et de protochlorure. Le sous-oxyde de phosphore de M. Le Verrier a du reste toutes les propriétés du corps P^4HO que je décris ici, et je pense qu'il dérive, non de l'oxydation lente du phosphore, mais de l'action du chlorure de phosphore sur de

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXV, p. 257.

l'acide phosphoreux produit par l'air humide agissant sur le même chlorure.

» L'existence de l'hydrogène dans le corps qui fait le sujet de cette Note résulte de mes analyses faites sur une substance desséchée à 100, 140 et 240 degrés, et du dégagement d'hydrogène phosphoré qui se fait vers 265 degrés; mais j'ai voulu en avoir une preuve nouvelle. J'ai mêlé pour cela le corps P^4HO bien sec, avec cinq à six fois son poids de carbonate de soude, préalablement porté au rouge. Ce mélange a été chauffé et les gaz recueillis. Ils contenaient, outre de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, les $\frac{4}{6}$ de l'hydrogène indiqué par l'oxyde dans le corps P^4HO, à l'état d'hydrogène phosphoré. L'équation suivante indique cette réaction :

$$3P^4HO + 3CO^3Na^2 = 2PO^4Na^3 + PH^3 + CO^2 + 2CO + 9P.$$

On ne saurait donc contester, dans ce composé, l'existence de l'hydrogène.

» Que le composé P^4HO ne soit pas mélangé de phosphore amorphe, cela résulte de la constance de mes analyses, et de ce fait que la soude caustique très-diluée le dissout à froid, sans laisser de résidu, tandis qu'une solution de soude dix fois plus concentrée n'exerce pas d'action sur le phosphore rouge:

» Je reviendrai sur la constitution de ce corps singulier, quand j'aurai pu décrire quelques combinaisons analogues, entre autres celle que l'on obtient par l'action de l'eau sur le bi-iodure de phosphore. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage de l'ammoniaque contenue dans le gaz d'éclairage;* Note de M. A. **Houzeau.**

« Un moyen fort commode, et non moins exact, pour doser l'ammoniaque contenue dans le gaz d'éclairage consiste à faire une prise de gaz *avant son entrée* dans le compteur et à diriger le gaz dans 5 centimètres cubes d'acide sulfurique titré, contenant $0^{gr},30625$ de SO^3HO, c'est-à-dire une quantité d'acide capable de neutraliser $0^{gr},10625$ d'ammoniaque (AzH^3). La liqueur acide ayant été préalablement colorée en rouge par quelques gouttes de solution de tournesol très-sensible, on arrête l'écoulement du gaz aussitôt que la liqueur bleuit. On sait ainsi immédiatement, et sans le concours de manipulations ultérieures, que le volume du gaz d'éclairage qui a traversé le liquide sulfurique contient $0^{gr},10625$ d'ammoniaque (AzH^3); le volume du gaz employé est indiqué par le compteur.

» Afin d'éviter une trop forte pression qui serait exercée par l'acide

titré, s'il était introduit dans une éprouvette, il est préférable de le verser dans une petite fiole à fond plat (40 centimètres cubes de capacité), dont le bouchon donne passage à deux tubes abducteurs, courbés à angle droit. La hauteur du liquide étant moindre, l'obstacle qu'il oppose au passage du gaz est faible. On peut substituer avec avantage à cette fiole le nouveau flacon laveur de M. Fastré, dont toutes les parties sont soudées au feu, et dont le tube qui amène le gaz dans l'acide est terminé par une petite boule percée de trous, à la façon d'une pomme d'arrosoir.

» Plusieurs essais préliminaires nous ont en outre montré que, dans les conditions de pression où se trouve ordinairement le gaz, l'absorption de l'ammoniaque par l'acide est toujours instantanée. En général, la durée de cette détermination de l'alcali volatil n'excède pas une demi-heure. On peut même l'accomplir en *cinq minutes*, en remplaçant l'acide précédent par un acide titré plus faible, tel que celui dont je fais usage dans mes essais ozonométriques, et dont $5^{cc} = 0^{gr},00612$ de SO^3HO, équivalant à $0^{gr},002125$ de AzH^3. Une précaution indispensable à prendre, pour obtenir des résultats concordants et exacts, consiste à purger d'air les tuyaux ou conduites de gaz, en laissant perdre avant le dosage une centaine de litres de gaz.

» Il résulte des analyses faites par cette méthode qu'à Rouen, pendant les années 1868 et 1869, 100 litres de gaz d'éclairage à 15 degrés et à la pression de $0^m,760$ contenaient en moyenne $0^{gr},1042$ d'ammoniaque (AzH^3).

» D'après les renseignements qui m'ont été obligeamment fournis par M. F. Leblanc, chimiste vérificateur de la ville de Paris, le gaz de la capitale serait bien plus pauvre en alcali volatil que le gaz de Rouen, puisque, sous le même volume, il ne renfermerait que $0^{gr},0090$ d'ammoniaque, c'est-à-dire une proportion douze fois moindre.

» La présence de l'ammoniaque dans le gaz d'éclairage, surtout à la dose trouvée dans le gaz de Rouen, n'est pas sans offrir d'assez graves inconvénients pour les consommateurs, ainsi que cela résulte d'ailleurs des plaintes nombreuses qui, dans ces dernières années, sont parvenues à la municipalité rouennaise. C'est à cet agent qu'il faut attribuer la prompte altération signalée dans les matières employées au graissage des robinets et des genouillères à gaz, l'usure rapide et même la perforation des divers appareils en métal, et particulièrement en laiton, usités dans ce mode d'éclairage. C'est ainsi que l'analyse m'a fait voir que, dans un dépôt solide (une sorte de crasse très-épaisse), qui s'était formé à la jonction de deux con-

duites de gaz, de manière à les obstruer presque complétement, il existait, sur 100 parties en poids de ce dépôt :

7,6 d'ammoniaque (AzH^3);
9,8 de fer et de zinc;
25,0 de cuivre.

» Or ces métaux avaient été entièrement empruntés aux diverses pièces métalliques des conduites et des appareils, dont ils compromettaient à la fois le bon fonctionnement et la solidité. Il serait à désirer qu'on privât le gaz d'éclairage de la totalité de son principe ammoniacal, comme on est parvenu à le dépouiller entièrement de l'acide dont il était si riche autrefois.

» Il y a d'ailleurs un moyen bien simple de s'assurer si le gaz est pur d'ammoniaque libre ou carbonatée : il suffit de suspendre, pendant dix ou vingt minutes, au-dessus d'un bec de gaz ouvert, une bande de papier de tournesol rouge vineux sensible, légèrement humectée d'eau pure. Si faiblement ammoniacal que soit le gaz, il bleuira le papier. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences sur les combustions respiratoires; oxydation du sucre dans le système artériel;* Mémoire de MM. **A. Estor** et **C. Saint-Pierre**, présenté par M. Cl. Bernard. (Extrait par les auteurs.)

« En présence de la discussion récente qui s'est engagée devant l'Académie, au sujet du siége des combustions respiratoires, nous croyons devoir faire connaître dès aujourd'hui la première partie d'une nouvelle série d'expériences, faisant suite à celles que nous avons entreprises sur cette question (1). Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie un Mémoire sur l'oxydation du sucre dans le système artériel, ainsi que la description et les dessins des appareils que nous devons à ses libéralités.

» I. Notre expérience fondamentale est la suivante : Nous introduisons dans la veine fémorale d'un chien une solution de glucose, et nous prenons aussitôt du sang à l'artère fémorale du côté opposé. Nous recherchons dans ce sang et le glucose et l'oxygène. (Une série d'essais préalables nous permet d'établir que l'eau de la solution glucosique n'intervient pas dans le phénomène.) Cette expérience est variée de plusieurs manières.

» Nous avons vu ainsi, sous l'influence du glucose injecté, l'animal atteint d'une angoisse extrême et se livrant à de fortes inspirations. Nous avons vu le glucose disparaître très-rapidement, et la quantité d'oxygène

(1) *Comptes rendus*, 1864-1865, et janvier 1872.

diminuer même jusqu'à zéro, par la présence du glucose, pour se relever après la combustion totale de ce produit.

» Ces expériences sont démonstratives des combustions intra-artérielles. En effet, le sang s'est chargé d'air dans les poumons ; si l'oxygène de cet air a disparu du poumon à l'artère fémorale, corrélativement au passage du sucre dans les artères, c'est que le sucre a été l'agent de cette disparition.

» II. On aurait pu faire une objection. L'injection du sucre n'a-t-elle pas pour effet de diminuer les phénomènes d'inspiration? La diminution d'oxygène ne tient-elle pas à ce que, dans ces conditions, l'animal en inspire moins?

» Nous répondons à cette objection, que nous nous sommes posée, par des recherches directes, à l'aide d'un appareil assez compliqué, dont nous joignons au Mémoire une description et des figures. Ces expériences démontrent : 1° que l'injection du sucre dans les vaisseaux ne modifie pas les phénomènes respiratoires, quant à la quantité d'air inspiré et expiré; 2° que la quantité d'oxygène consommé est au moins aussi grande; 3° que la quantité d'acide carbonique produit est loin d'être en rapport avec la proportion d'oxygène disparu.

» III. Nos recherches permettent donc de rendre évidentes les combustions respiratoires intra-artérielles. Elles conduisent enfin à admettre dans le sang deux sortes d'états de l'oxygène, confondus à tort dans la plupart des analyses. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Équidés de la faune quaternaire;* Note de M. SANSON, présentée par M. Robin.

« Dans les listes d'espèces déterminées par les explorateurs, maintenant si nombreux, des terrains et du sol des cavernes de la période quaternaire, on voit presque toujours figurer l'*Equus cabalus*, sans que d'ailleurs soient indiqués les caractères à l'aide desquels une telle détermination spécifique a pu être établie. Les restes osseux qui témoignent de la présence des Équidés dans les gisements dont il s'agit sont ordinairement des dents molaires isolées, des fragments de maxillaire pourvus des incisives, et quelquefois des os des membres, entiers ou brisés. Il ne me paraît pas possible de dépasser, en ne disposant que de ces sortes de pièces, la diagnose du genre : de distinguer, par exemple, l'*Equus asinus*, qui habitait l'Europe méridionale dans les temps quaternaires, d'un *Equus cabalus* quelconque. La présente Note a pour objet de mettre en évidence cette impossibilité.

» Quant au système dentaire, il n'y a aucune différence nettement saisissable entre les diverses espèces du genre *Equus*, actuellement vivantes. Ni par la forme, ni par le volume, ni par rien autre, on ne saurait distinguer sûrement une dent molaire d'âne d'une dent molaire de cheval. Le nombre et les dispositions des plis de l'émail, par exemple, sont absolument semblables. Dans les incisives, le cornet dentaire est généralement plus profond chez l'âne que chez le cheval ; mais il l'est souvent autant chez celui-ci. Ce n'est donc point là un caractère distinctif certain. J'ai sous les yeux, dans ma collection particulière, un crâne de *E. A. europæus* (variété du Poitou) et un crâne de *E. C. frisius* (le plus grand et le plus volumineux de tous les chevaux connus). Dans tous les deux, la largeur de la surface externe de la quatrième molaire supérieure, la moins volumineuse des six de la rangée, est également de 25 millimètres. Cette largeur est exactement aussi de 25 millimètres sur trois molaires semblables, dont deux encore vierges, provenant de la caverne de Loubeau, située près de la ville de Melle (Deux-Sèvres).

» En attribuant à un *Equus cabalus* toute dent d'Équidé fossile, on s'expose donc à commettre de fréquentes erreurs de diagnose spécifique. Pour des raisons que je me propose de développer ultérieurement, et qui sont d'un autre ordre, je suis porté à penser que ces erreurs se sont reproduites toutes les fois qu'il s'est agi des ossements trouvés dans le sol des cavernes situées, chez nous, au-dessous de la Loire. Tous les explorateurs y ont signalé l'existence d'un *Equus cabalus*. Toutes les probabilités sont cependant pour *E. A. europæus*, qui vit et prospère encore aujourd'hui dans nos régions méridionales. Mais mon but n'est pas d'insister présentement là-dessus : je m'en tiens à montrer que les déterminations admises ne sont fondées sur rien de précis.

» Pour ce qui concerne les os des membres, les paléontologistes avec lesquels j'ai pu discuter le sujet m'ont paru n'avoir pas d'autre base de distinction que celle tirée des dimensions. Ils sont convaincus que les os d'âne sont toujours moins longs et moins volumineux que ceux des plus petits chevaux connus. Pour chacune des espèces chevalines, la taille et le volume des individus varient dans d'énormes proportions. Entre la variété du littoral de notre Bretagne et celle des îles Schetland, qui sont de la même espèce, il y a par exemple des différences plus grandes que du simple au double. On pourrait énumérer un grand nombre de faits semblables. Il suffira, pour montrer que les dimensions dont il s'agit n'ont aucune valeur caractéristique, de faire voir que les proportions des os longs de notre

E. A. europœus dépassent celles d'un grand nombre de chevaux. En effet, la longueur du métacarpien principal du sujet dont il a été parlé plus haut est de 21 centimètres, sa plus faible circonférence de 105 millimètres; la longueur du métatarsien est de 24 centimètres, sa plus faible circonférence de 10 centimètres. Aucun anatomiste n'ignore que ces dimensions sont bien rarement dépassées chez les chevaux qui peuplent actuellement nos régions méridionales. Il y a donc par là même impossibilité de les distinguer, d'après ces seuls indices, et les ossements attribués à leur aide au cheval peuvent avoir tout aussi bien appartenu à l'âne.

» Parmi les pièces isolées du squelette, une seule serait vraiment caractéristique, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer dans l'une des séances de la Société d'Anthropologie. Chez les ânes, l'apophyse orbitaire du frontal a une forme tout à fait particulière et spécifique. En outre de ce qu'elle est incomparablement plus large que chez aucune des espèces chevalines, de ce que sa surface externe est fortement rugueuse, ainsi que son bord antérieur, au lieu d'être lisse, ce bord, qui représente chez les chevaux un arc de cercle, se montre, chez les ânes, en forme de V ouvert. Le conduit auditif externe est aussi beaucoup plus grand chez les derniers; mais il n'y a point là, en raison des nuances qui peuvent se faire observer, de quoi fonder une diagnose suffisamment sure. Il n'en est plus de même pour la forme si nettement tranchée de l'apophyse orbitaire du frontal : celle-ci, à défaut du crâne entier, exclut toute chance d'erreur.

» Je conclus de ce qui précède qu'il y a lieu de rester dans le doute sur l'espèce des Équidés quaternaires, dont on ne possède que des dents, des fragments de mâchoire ou des os des membres, et de ne point les attribuer tous, comme on l'a fait jusqu'à présent sans plus ample information, résolûment à l'*Equus cabalus*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Déclinaison magnétique absolue à Tiflis, à Sébrova et à Paris;* Note de M. **Diamilla Muller.**

« Dans les *Comptes rendus* du 30 octobre 1871 (t. LXXIII, p. 1063), se trouve une Note que j'avais eu l'honneur d'adresser à l'Académie, contenant le programme de la deuxième série d'observations magnétiques simultanées, qui devait avoir lieu sur toute la surface du globe, le 15 octobre 1872. Cette seconde série avait pour but de déterminer la variation séculaire des lignes isogones, ou, en d'autres termes, l'augmentation ou la diminution de la déclinaison magnétique absolue, pour faire suite à la

première série des observations simultanées du 29-30 août 1870, qui ont fourni une masse très-riche de documents relatifs à la variation diurne (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 574). Au programme de la deuxième série j'avais ajouté un tableau de plusieurs déclinaisons magnétiques absolues, calculées et rapportées au 15 octobre 1872.

» On m'annonce que cette observation a été partout exécutée d'après le programme; mais, à cause des réductions assez pénibles, je ne pourrai recevoir les documents que dans quelques semaines. En attendant, j'ai reçu les observations de Tiflis et de Sébrova (pays des Cosaques du Don).

» Dans le tableau que je viens d'indiquer, il s'est glissé une erreur qu'il est nécessaire de corriger. Au lieu de TIFLIS = 0° 26', 1 N.-O, on doit lire N.-E. En effet, j'avais déjà publié, dans le *Bulletin météorologique de Moncalieri* (t. V, n° 8), la déclinaison absolue de Tiflis, observée le 29-30 août 1870 = 0° 13', 0 N.-E.; c'est cette valeur qui m'a servi de base pour mes calculs.

» Voici maintenant les résultats de l'observation du 15 octobre 1872, faite par M. Moritz, directeur de l'Observatoire.

Observatoire de Tiflis.

($\varphi = +41°43',1$; $\lambda = 42°27',2$ Est de Paris).

Déclinaison absolue le 15 octobre 1872...	8h *a.m.*......	= 0° 31' 44'',48	N.-E.
	2h *p.m.*......	= 0° 28' 6'',75	N.-E.
	6h *p.m.*......	= 0° 26' 29'',44	N.-E.

» En tenant compte du maximum de déclinaison du matin et du minimum de la nuit, on pourrait prendre la détermination de 6h *p. m.* comme la plus voisine de la moyenne. Ainsi la valeur observée = 0° 26' 29'',44 ne diffère que de 23'',44 de 0° 26', 1 calculée par moi et insérée dans le tableau. La marche de la variation séculaire étant uniforme, j'ai lieu d'espérer que le même accord se présentera pour les autres localités.

» Quant à Sébrova, que je n'avais pas prévu dans mon tableau, dont j'ignorais l'existence, puisqu'il n'y a que très-peu de temps que son observatoire magnétique se trouve installé sous la direction de M. Michel Sébrekoff, je n'avais pas pu en calculer la déclinaison absolue.

» Voici du reste les résultats des observations : la déclinaison absolue moyenne, déduite des observations de la marche de l'aiguille aimantée, de dix en dix minutes, pendant vingt-quatre heures, le 15 octobre, est de 2° 20', 13 N.-E.

» Quant à la déclinaison absolue de Paris, à cette même date, je ne

puis rien dire encore d'une manière certaine, parce que la position du zéro des instruments de l'Observatoire n'a pas encore été déterminée.

» La déclinaison moyenne à Paris, le 15 octobre 1872, a été publiée dans les *Comptes rendus* (t. LXXV, p. 1139); elle est égale à A + 26',4.

» S'il m'était permis de déduire *à priori* la valeur de A, en me basant sur mes calculs précédents, je dirais qu'elle est bien près de

$$A = 17^{\circ}6'6'' \text{ N.-O.},$$

puisque la déclinaison absolue pour Paris, calculée et rapportée au 15 octobre 1872, est $= 17^{\circ}33',0$ N.-O.

» J'espère que le savant Directeur de la Météorologie, à l'Observatoire de Paris, voudra bien contrôler ce résultat par une détermination directe. »

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains jurassiques supérieurs du département de l'Hérault;* Note de M. DE ROUVILLE, en réponse à une Note récente de M. Bleicher.

« M. Bleicher, dans sa Note sur les terrains jurassiques supérieurs du département de l'Hérault (1), affirme qu'il existe à Ganges, au-dessus des calcaires blancs à *terebratula moravica,* une masse de 300 mètres d'épaisseur de calcaires, appartenant à l'horizon de l'*ammonites tenuilobatus.*

» Cette masse, recouvrant le corallien, ne saurait être rapportée qu'aux divisions tout à fait supérieures du terrain jurassique.

» Cette double affirmation a provoqué de ma part de nouvelles observations dans la région, d'ailleurs très-limitée, qui est indiquée par l'auteur de la Note. Ces observations, appuyées de coupes, me permettent de maintenir, contradictoirement à M. Bleicher, les faits stratigraphiques afférents à cette région, dans l'état où les avait constatés, dès 1846, É. Dumas de Sommières, et où les avaient trouvés après lui tous les observateurs qui ont visité cette même région.

» Aujourd'hui, comme en 1846, on peut affirmer qu'à Ganges la zone à *terebratula moravica* constitue le toit de nos dépôts jurassiques, et que la masse calcaire prétendue supérieure, qui forme les beaux escarpements de la gorge de l'Hérault à la Roque, n'est autre chose que le quatrième sous-groupe établi par Dumas dans son oxfordien (2), servant de support immédiat et passant même pétrographiquement au calcaire corallien. Les

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXXV, p. 1544.

(2) *Bullet. Soc. Géol.,* 1846; session à Alais.

fossiles énumérés par M. Bleicher occuperaient donc, à Ganges comme ailleurs, un niveau inférieur au corallien.

» Voici ce qui s'observe dans la direction indiquée par l'auteur. A Cazillac, le calcaire blanc à *terebratula moravica* supporte immédiatement le néocomien inférieur; à une très-petite distance, une cassure surélève et disloque les calcaires blancs et les couches néocomiennes qui les surmontent, et donne lieu à une arête rocheuse, prise par l'auteur de la Note pour un horizon nouveau et supérieur; les calcaires blancs se dépouillent peu à peu, dans leur prolongement, de leur *facies* corallien, et passent pétrographiquement *en continuité de couches parfaite* au quatrième sous-groupe de Dumas, qui compose les hauts sommets du Thausac, dont la base, au lieu d'être formée, ainsi que le système de l'auteur l'exigerait, par les couches à *terebratula moravica*, présente au marteau et à l'œil du géologue la pétrographie et la faune du troisième sous-groupe, l'horizon des *ammonites biplex* et *tortisulcatus*. Nulle part dans la direction indiquée par M. Bleicher on ne saisit le recouvrement dont il parle. Je tiens cette confirmation des notions, depuis longtemps acquises sur notre terrain jurassique, d'un observateur très-compétent, M. Torcapel, préposé aux travaux du chemin de fer du Vigan, qui a bien voulu, sur ma demande, procéder à cette vérification. »

ASTRONOMIE. — *Observation faite par Hévélius en* 1652;
Note de M. W. DE FONVIELLE.

« Il me semble que les dernières observations faites dans la nuit du 27 novembre 1872 donnent quelque intérêt à une observation analogue, faite par Hévélius, le 27 décembre 1652, sur la comète alors visible. Il donne le dessin de la comète à la page 327 de sa *Cometographia*, et déclare à la page 338 qu'il a aperçu :

« Diversa corpuscula ad instar minutissimarum micantium stellularum, in ipso capite. »

» Cette observation est citée à l'appui de l'opinion qu'il émet, dans la même page, pour expliquer la constitution des comètes, et qu'il résume en ces mots :

« Cometæ ex diversis nucleis atque corporibus constant... adeo ut phenomena ista ex *uno* solido et in spheram conflato corpore seu nucleo *minime constent*, ut quidem in reliquis planetis accidit; sed quod ista ex multifariis diversisque nucleis corporibusque, opacis sibi invicem adherentibus, intercedente aliâ materiâ *hinc inde* rariori et subtiliori, radiis solaribus, liberum transitum præbente constent. »

» M. W. de Fonvielle annonce, en outre, que, d'après plusieurs journaux anglais, M. Posson, observateur de Madras, averti par un astronome d'Europe qui lui avait envoyé un télégramme, aurait retrouvé la comète de Biela dans la constellation du Centaure. Cette comète n'offrait aucune différence d'aspect avec les comètes ordinaires; elle n'aurait point été visible sans lunette astronomique, et possédait une queue tournée à l'opposite du Soleil. »

M. Laujorrois adresse la description d'un nouveau procédé de suture des plaies.

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Larrey.

M. Macé communique une « Expérience démontrant l'existence des germes-ferments dans l'organisme ».

La Note sera soumise à l'examen de M. Fremy.

La séance est levée à 5 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 6 janvier 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Traité élémentaire d'hygiène privée et publique; par A. Becquerel; 5e édition, avec additions et bibliographies par le Dr E. Beaugrand. Paris, P. Asselin, 1873; 1 vol. in-12, relié. (Présenté par M. Becquerel père.)

Climats, géologie, faune et géographie botanique du Brésil; par Emm. Liais. Paris, Garnier frères, 1872; 1 vol. grand in-8°. (Ouvrage publié par ordre du gouvernement impérial du Brésil et offert par l'Observatoire de Rio-de-Janeiro.)

Les origines du Nil; par M. Virlet d'Aoust. Paris, typ. Walder, 1872; br. in-8°. (Extrait du journal *Les Mondes.*)

Docteur O. Tamin-Despalles. *Alimentation du cerveau et des nerfs.* Paris, A. Delahaye, 1873; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fremy.)

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Déc. 1872.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES ANCIENS (1). Salle méridienne. Minima.	Maxima.	Moyennes.	THERMOMÈTRES NOUVEAUX. Terrasse du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	TEMPÉRATURE MOYENNE de l'air à 29 mètres.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	THERMOMÈTRE NOIR dans le vide (T − t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	737,1	6,9	9,5	8,2	7,0	9,5	8,2	»	7,0	8,2	9,3	10,1	1,1	6,08	83,5	»	20,0
2	740,8	4,9	9,5	7,1	3,3	9,6	6,4	»	7,4	7,7	8,5	10,1	0,6	6,94	83,7	»	10,0
3	741,0	»	8,4	»	7,6	9,9	8,7	»	8,0	8,2	8,6	9,9	0,3	6,94	86,0	»	9,0
4	743,6	»	»	»	5,1	7,4	6,2	»	6,4	7,3	8,4	9,8	0,3	5,83	87,3	»	6,0
5	756,3	1,5	»	»	0,1	6,0	3,0	»	3,7	5,4	7,3	9,7	4,0	4,94	89,7	»	0,0
6	747,5	1,4	11,5	6,4	0,6	10,8	5,7	»	6,7	6,3	6,8	9,4	2,8	7,17	87,0	»	»
7	746,0	»	8,0	»	7,1	9,4	8,2	»	7,5	7,6	7,7	9,1	1,5	6,51	80,0	»	»
8	749,8	»	9,8	»	5,7	10,2	7,9	»	7,2	7,4	7,7	9,0	2,6	6,75	80,3	»	14,0
9	739,9	5,0	8,7	6,8	4,6	8,0	6,3	»	5,3	6,4	7,5	9,0	3,5	5,27	76,7	»	14,0
10	731,7	3,2	»	»	3,1	9,7	6,4	»	4,5	5,5	6,7	8,9	0,2	5,27	83,0	»	»
11	740,2	1,6	3,6	2,6	0,8	3,1	1,9	»	3,6	4,7	6,1	8,6	1,6	5,35	96,5	»	6,0
12	754,5	1,1	4,8	2,9	0,1	4,6	2,3	»	1,8	3,5	5,3	8,4	2,8	4,34	85,8	»	0,0
13	756,9	−0,2	»	»	−0,8	3,3	1,2	»	2,7	3,3	4,6	8,1	1,8	4,86	88,5	»	9,5
14	743,7	»	8,4	»	3,3	8,6	5,9	»	5,7	5,1	5,1	7,8	0,4	6,95	96,7	»	17,5
15	751,3	»	9,3	»	5,1	8,1	6,6	»	6,0	5,9	5,9	7,6	0,9	6,79	94,5	»	»
16	753,6	5,2	9,3	7,2	5,0	8,4	6,7	»	6,5	6,3	6,4	7,6	0,7	6,86	92,3	»	9,5
17	747,8	6,1	9,0	7,5	5,4	9,0	7,2	»	6,3	6,6	6,7	7,7	3,8	6,10	80,7	»	10,5
18	749,5	5,3	7,4	6,3	4,9	7,4	6,1	»	5,8	6,0	6,6	7,7	0,4	6,21	86,5	»	7,5
19	747,1	»	8,1	»	6,1	8,0	7,0	»	6,5	6,4	6,6	7,8	1,3	6,73	90,8	»	14,5
20	749,3	2,8	»	»	2,1	6,5	4,3	»	5,4	6,0	6,6	7,8	0,6	5,98	95,2	»	»
21	748,9	»	9,9	»	4,6	9,8	7,2	»	7,2	6,7	6,6	7,8	0,5	7,73	93,3	»	13,5
22	756,6	»	10,5	»	8,1	12,2	10,1	»	8,8	8,1	7,5	7,8	0,8	8,66	95,7	»	17,0
23	751,4	4,2	»	»	4,1	11,4	7,7	»	5,8	6,9	7,6	7,9	4,3	6,50	91,3	»	5,0
24	744,0	3,4	11,1	7,2	2,2	11,8	7,0	»	6,0	5,9	7,0	8,0	3,5	6,62	82,5	»	5,0
25	739,4	»	12,7	»	8,5	13,0	10,7	»	7,9	7,5	7,3	8,0	3,7	7,17	77,2	»	8,5
26	750,1	»	12,4	»	7,3	13,1	10,2	»	7,3	7,5	7,7	8,0	2,9	7,27	90,3	»	4,5
27	756,4	»	»	»	2,9	7,5	5,2	»	6,7	7,0	7,4	8,1	0,4	6,98	99,2	»	3,0
28	750,5	5,0	12,8	8,9	3,9	12,8	8,3	»	6,8	6,9	7,3	8,1	3,7	7,25	87,0	»	6,5
29	752,4	6,1	10,5	8,3	4,9	10,3	7,6	»	6,0	6,6	7,2	8,1	0,8	6,88	93,7	»	6,0
30	756,9	3,3	8,3	5,8	2,3	7,5	4,9	»	6,0	6,3	6,8	8,1	0,5	6,57	96,0	»	9,5
31	752,5	3,5	9,8	6,6	3,0	9,5	6,2		6,2	6,3	6,8	8,0	1,5	6,52	87,0		»
Moy.	748,0	»	»	»	4,1	8,9	6,5	»	6,1	6,4	7,0	8,5	1,7	6,45	88,3	»	»

(1) Observatoire de Paris. — Toutes les autres observations ont été faites à Montsouris.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Déc. 1872.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (1). Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	PLUIE. Terrasse (2).	Montsouris.	ÉVAPORATION.	VENTS. Direction et force.	Nuages.	NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	° ′	° ′		mm	mm					
1	A+30,0	B+41,3	»	0,7	0,8	2,6	SSO assez fort.	SSO	0,5	Pluie le matin.
2	30,6	40,9	»	0,7	2,0	1,1	ENE faible.	ESE	1,0	Pluvieux.
3	31,3	40,5	»	1,7	4,5	2,3	S modéré.	SSO	1,0	Pluie le soir.
4	30,0	42,2	»	5,1	1,5	1,0	NNO ass. fort.	NO	0,8	Pluvieux.
5	27,6	40,5	»	0,4	0,9	1,6	O, S modéré.	NO	0,2	Gelée blanche. Halo à 6^h45 s.
6	29,3	39,9	»	7,3	18,8	1,7	SSO modéré.	SO	0,7	Pluvieux.
7	32,0	40,0	»	6,7	0,4	3,0	O assez fort.	O	0,8	Pluie légère le matin.
8	30,0	40,1	»	1,1	2,2	2,6	SO assez fort.	SO	0,6	Brume, pluie le soir.
9	27,3	44,8	»	1,2	0,6	4,2	SO fort.	SO	0,5	Brume. Éclairs à minuit.
10	27,2	43,0	»	»	14,3	(3)0,7	SSO tr.-fort.	SSO	1,0	Ourag. Le barom. marq. $721^{mm},2$ à 6 h. s.
11	31,0	39,9	»	12,6	5,4	0,1	SO, NNO faib.	SO	0,8	Neige et pluie.
12	30,7	41,3	»	4,0	0,2	1,6	NNO, SO faib.	N	0,3	Brume; givre le soir.
13	30,9	39,5	»	»	8,2	2,0	SSO as. fort.	SO	1,0	Neige et pluie.
14	30,3	40,3	»	15,5	12,0	0,5	SSO modéré.	SSO	1,0	Pluvieux.
15	33,0	41,5	»	1,7	0,7	0,7	SSO faible.	SSO	1,0	Brouillard.
16	31,0	40,8	»	»	1,9	1,1	O, S faible.	O	1,0	Brume, pluie le soir.
17	32,4	38,3	»	3,6	2,0	2,2	OSO assez fort.	OSO	0,5	Brume.
18	29,1	41,6	»	0,2	1,8	1,2	SO faible.	OSO	0,9	Pluvieux.
19	30,3	40,5	»	4,1	1,8	0,9	SO faible.	SO	1,0	Pluvieux.
20	30,6	41,8	»	1,3	1,4	0,7	SSE faible.	SSE	0,9	Pluvieux le soir.
21	28,6	39,8	»	2,6	2,0	1,6	SSO modéré.	SSO	1,0	Pluvieux.
22	28,6	40,5	»	1,6	0,1	0,6	S faible.	»	1,0	Brouillard.
23	30,4	39,6	»	0,1	»	1,3	S faible.	»	0,1	Rosée abondante le soir.
24	28,6	40,4	»	»	»	2,0	S faible.	S	0,5	Brume.
25	24,0	40,4	»	0,2	0,1	4,0	S modéré.	S	0,9	Pluvieux le soir.
26	27,1	42,0	»	»	0,0	1,9	S faible.	S	0,4	Le soir rosée, puis brouillard.
27	31,6	42,1	»	0,2	»	0,1	S faible.	»	0,8	Brouillard, rosée le soir.
28	36,4	40,8	»	0,2	»	1,3	SSE faible.	SSE	0,7	Éclaircies.
29	25,9	40,6	»	»	0,0	0,9	SSE faible.	SSE	0,6	Rosée le soir.
30	29,8	40,6	»	0,2	0,9	0,3	S faible.	S	0,9	Brouil. Le s., faib. lueur auror.
31	32,2	38,3	»	0,6	0,1	2,5	S assez fort.	SSO	0,9	De 7^h s. à minuit, lueur auror.
Moy.	A+29,9	B+40,8	»	73,6	84,6	48,3			0,75	

(1) La position du zéro des instruments n'a pas encore été déterminée à l'aide des boussoles de déclinaison et d'inclinaison absolues.
(2) Partie supérieure du bâtiment de l'Observatoire de Paris.
(3) L'observation a été interrompue depuis le 10 à midi jusqu'au 11 à 8 heures du matin.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire Central. — Décembre 1872.

Résumé des observations régulières.

	8h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	747,74	748,07	747,95	747,81	747,85	748,03	747,98	748,01 (1)
Pression de l'air sec	741,68	741,92	741,23	741,09	741,30	741,57	741,51	741,56 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (fixe)	5,49	5,85	7,86	8,11	7,08	6,29	6,07	6,52 (1)
» (fronde)	5,46	5,90	7,98	8,51	7,08	6,26	6,06	6,55 (1)
Thermomètre à alcool incolore	5,37	5,71	7,72	7,93	6,92	6,15	5,97	6,39 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T′	5,57	9,43	16,03	11,68	6,63	»	»	10,94 (2)
Thermomètre noir dans le vide, T	5,47	8,95	14,96	11,16	6,63	»	»	10,43 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	5,43	7,27	11,31	9,54	6,63	»	»	8,69 (2)
Excès (T′ — *t*)	0,14	2,16	4,72	2,14	0,00	»	»	2,25 (2)
Excès (T — *t*)	0,04	1,68	3,65	1,62	0,00	»	»	1,74 (2)
Température du sol à 0m,02 de profondr	5,54	5,64	6,64	7,00	6,42	6,10	5,94	6,08 (1)
» 0m,10 »	6,28	6,25	6,45	6,76	6,73	6,61	6,43	6,43 (1)
» 0m,20 »	6,52	6,48	5,48	6,58	6,64	6,63	6,54	6,53 (1)
» 0m,30 »	6,99	7,02	6,98	6,99	7,03	7,05	7,05	7,03 (1)
» 1m,00 »	8,47	8,46	8,46	8,46	8,45	8,45	8,44	8,45 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	6,06	6,15	6,72	6,72	6,55	6,46	6,47	6,45 (1)
État hygrométrique en centièmes	89,0	88,3	84,0	82,5	86,4	89,6	91,5	8,83 (1)
Pluie en millimètres (jardin)	25,9	1,1	12,3	9,5	6,7	8,5	20,6	t. 84,6
Évaporation totale en millimètres	11,88	1,86	7,93	10,46	6,43	5,12	4,59	t. 48,27
Évaporation moy. diurne en millim	0,38	0,06	0,26	0,34	0,21	0,16	0,15	t. 1,56
Inclinaison magnétique (3) B +	41′,25	40′,77	40′,58	40′,58	41′,16	41′,50	41′,62	41′,12 (1)
Déclinaison magnétique (3) A +	29,77	29,93	26,49	25,85	28,26	30,55	30,40	29,34 (1)

	o
Température moyenne des maxima et minima (salle méridienne de l'Observatoire de Paris)	»
» » (Montsouris)	6,5
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)	6,7
Pluie en millimètres (terrasse de l'Observatoire de Paris)	73,6
» (Montsouris, jardin)	84,6
Évaporation totale du mois en millimètres	48,27

(1) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 9 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(3) La valeur des constantes A et B sera donnée ultérieurement.